

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DESPULPADORA
DE FRUTA**

**COMPONENTE A: SISTEMA DE TENSADO DE BANDAS Y
ESTRUCTURA**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO**

FABIAN ALEJANDRO CHÁVEZ AMORES

fabian.chavez@epn.edu.ec

DIRECTOR: ING. MARIO ALBERTO CESEN ARTEAGA

mario.cesen@epn.edu.ec

DMQ, FEBRERO 2023

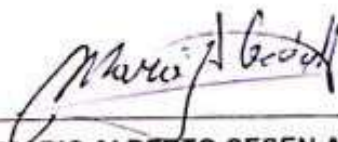
CERTIFICACIONES

Yo, FABIAN ALEJANDRO CHÁVEZ AMORES declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



FABIAN ALEJANDRO CHÁVEZ AMORES

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por FABIAN ALEJANDRO CHÁVEZ AMORES, bajo mi supervisión.



ING. MARIO ALBERTO CESEN ARTEAGA
DIRECTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el producto resultante del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

FABIAN ALEJANDRO CHÁVEZ AMORES

ING. MARIO ALBERTO CESEN ARTEAGA

COLABORADORES:

STALYN RUBÉN ROMERO CARRILLO

ANDRÉS DIONICIO GUEVARA URQUIZO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de integración curricular a mi familia, por su incansable apoyo a lo largo de estos años en la Escuela Politécnica Nacional, este trabajo es un logro colectivo gracias a mis padres, hermano y mi tía que estuvieron conmigo recorriendo este camino.

Dedico este trabajo a mis amigos y personas allegas que considero cercanas a mí, a la persona que me acompañó durante tantos días y tantas noches en mi vida universitaria (J), la culminación de esta gran etapa no hubiese sido posible sin ese apoyo.

AGRADECIMIENTO

A mis padres, Edwin y Lina, a mi tía, Mary que nunca dudaron de mis capacidades, a mi hermano, Esteban, siempre con su apoyo en cada situación que se presentó a lo largo de esta maravillosa carrera de Ingeniería Mecánica.

A mis amigos y cada una de las personas que me acompañaron a lo largo de estos años, siendo motor fundamental para lograr un avance significativo en este proceso, fueron los años más maravillosos de mi vida.

A mis profesores, por compartir un poco de su conocimiento conmigo a lo largo de estos años, a la Escuela Politécnica Nacional por abrirme sus puertas para mi preparación y ser un profesional de excelencia en el país.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO	1
1.1. Objetivo general	1
1.2. Objetivos específicos	1
1.3. ALCANCE	2
1.4. MARCO TEÓRICO	3
1.4.1. Diseño mecánico	3
1.4.2. Método de elementos finitos	3
1.4.3. Acero estructural	4
1.4.4. Tipos de soldadura estructural.....	5
1.4.5. Despulpadora manual.....	6
1.4.6. Despulpadora horizontal	6
1.4.7. Despulpadora inclinada	6
1.4.8. Despulpadora vertical	7
1.4.9. Partes principales de una despulpadora.....	7
1.4.10. Proceso de despulpado	9
1.4.11. Rendimiento de la fruta en el proceso de despulpado	9
1.4.12. Benchmarking.....	10
1.4.13. Casa de la calidad	12
2. METODOLOGÍA.....	14
2.1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO	15
2.1.1. Planteamiento y justificación del problema	15
2.1.2. Análisis de casa de la calidad.....	15
2.1.3. Especificaciones técnicas	17
2.2. DISEÑO CONCEPTUAL	17
2.2.1. Análisis funcional.....	17
2.2.2. Desarrollo de los diagramas funcionales	18
2.2.3. Análisis de los diagramas funcionales	19

2.2.4.	Definición de módulo	19
2.3.	SOLUCIÓN DEL MÓDULO 2: ESTRUCTURA Y CONTROL	20
2.3.1.	Estructura	20
2.3.2.	Sistema de tensado de bandas	24
2.4.	SOLUCIONES VIRTUALES	28
2.4.1.	Primera solución virtual	28
2.4.2.	Segunda solución virtual: Solución final.....	29
2.5.	CÁLCULO Y DISEÑO DE COMPONENTES.....	29
2.5.1.	Módulo 2: Estructura.....	29
2.6.	COSTOS DEL COMPONENTE C	37
3.	RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
3.1.	RESULTADOS DE CÁLCULOS Y SIMULACIONES.....	38
3.1.	RESULTADOS PROTOCOLO DE PRUEBAS	40
3.1.1.	Ensayo 1: Verificación de máquina apagada	40
3.1.2.	Ensayo 2: Validación de datos con máquina encendida	41
3.1.3.	Ensayo 3: Validación de datos con máquina en operación	42
3.2.	CONCLUSIONES	47
3.3.	RECOMENDACIONES	47
	REFERENCIAS	48
	ANEXOS.....	50
	ANEXO I: CASA DE CALIDAD	50

RESUMEN

El presente trabajo de integración curricular “Diseño y construcción de una máquina despulpadora de fruta” fue dividido en tres componentes A, B y C, en este trabajo se realiza el diseño y construcción del componente A (Estructura y sistema de tensado de bandas).

Se diseñó la estructura como la unión de dos pórticos en combinación con perfil cuadrado y ángulos, para el soporte del motor y sistema de tensado de bandas se optó por realizar un sistema tipo bisagra con un eje soldado a una placa y un tornillo que permita ajustar el sistema de tensado.

Se realizó una simulación por elementos finitos de la estructura y la placa del motor para verificar si sufrían deformaciones considerables, como se esperaba, son prácticamente imperceptibles.

Finalizada la etapa de diseño y construcción independiente de cada componente que pertenece a este trabajo de integración curricular, se procede a ensamblar la máquina despulpadora de fruta, esta fue sometida a un protocolo de pruebas, de lo cual se lograron obtener resultados positivos.

De esta manera, se estimó una pérdida del 5% del producto, pues en primera instancia, la pulpa de guanaba se pegaba a la pepa, lo cual se solucionaba realizando otra vez el proceso de despulpa, para la solución de la acumulación de materia prima en el principio del tamiz, se recomienda alargar las paletas, de esta forma disminuye la pérdida de producto.

PALABRAS CLAVE: Despulpadora, componente, pulpa, pepa.

ABSTRACT

The present work of curricular integration "Design and construction of a fruit pulping machine" was divided into three components A, B and C, in this work the design and construction of component A (Structure and belt tensioning system) is carried out.

The structure was designed as the union of two frames in combination with a square profile and angles. For the support of the motor and belt tensioning system, a hinge type system was chosen with an axis welded to a plate and a screw that allows adjusting the tensioning system.

A finite element simulation of the structure and the motor plate was carried out to verify if they suffered considerable deformations, as expected, they are practically imperceptible.

Once the design and independent construction stage of each component that belongs to this curricular integration work was completed, the fruit pulping machine was assembled and subjected to a testing protocol, from which positive results were obtained.

In this way, it was estimated a loss of 5% of the product, because in the first instance, the guava pulp stuck to the pulp, which was solved by performing the pulping process again, for the solution of the accumulation of raw material at the beginning of the sieve, it is recommended to lengthen the pallets, thus decreasing the loss of product.

KEYWORDS: Pulper, component, pulp.

DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

Para la elaboración del presente trabajo de integración curricular titulado "Diseño y construcción de una máquina despulpadora de fruta", se dividió en componentes, los cuales son: la estructura y sistema de tensado, sistema de despulpado y sistema de potencia, A, B y C respectivamente. Cada componente está integrado por diferentes piezas y elementos mecánicos, para este trabajo se diseñó y se construyó el componente A de la estructura.

A continuación, se detalla los elementos y piezas del componente A:

- **A1 Estructura:** Elemento encargado de soportar los sistemas de despulpado y de transmisión de potencia, generando así estabilidad para el funcionamiento de la máquina.
- **A2 Sistema de tensado de bandas de poleas:** Sistema encargado de regular el tensado de las bandas que conectan a las poleas de la despulpadora.
- **A3 Placa de soporte del motor:** Elemento encargado de soportar y fijar el motor.
- **A4 Carcaza de protección del motor:** Elemento encargado de proteger al motor en caso de que exista un derrame de pulpa de fruta o algún fluido.
- **A5 Canaletas de cables:** Elemento que cubre los cables del sistema eléctrico de la despulpadora.
- **A6 Patas de estructura:** Consta de 4 patas fijas que permiten dar la altura necesaria a la estructura y transmitir las cargas al suelo.

Los 6 elementos que componen el sistema de la estructura de la despulpadora son calculados a partir de datos proporcionados por los componentes de potencia y despulpado, para su posterior construcción y ensamblaje, con el fin de lograr un diseño óptimo y económico.

1.1. Objetivo general

Diseñar y construir el componente A para la despulpadora de fruta, el cual consta de la estructura, sistema de tensado de bandas de poleas, placa de soporte del motor, carcaza de protección del motor, canaletas de cables, patas de estructura.

1.2. Objetivos específicos

- Realizar una recopilación bibliográfica para más información acerca del proyecto.

- Diseñar y construir los elementos del componente A para la despulpadora de fruta.
- Elaborar un modelo 3D en software de simulación para obtener resultados correctos previo a la construcción.
- Elaborar planos de taller para construcción y montaje de las piezas del componente A.
- Realizar un análisis de costos para optimizar gastos en la construcción de la despulpadora.
- Realizar el ensamble final de la máquina al unir los elementos del componente A, B y C.
- Establecer un protocolo de pruebas para la máquina y realizar un análisis de los resultados obtenidos.

1.3. ALCANCE

El presente proyecto de integración curricular titulado “Diseño y construcción de una máquina despulpadora de fruta” se enfoca a contribuir con el desarrollo de la industria ecuatoriana de las frutas ricas en pulpa. El proyecto parte de las necesidades del usuario para el despulpa de frutas, empleando materiales como duralón, acero inoxidable, todos estos de grado alimenticio, en todas las partes que están en contacto con el producto y en los elementos donde no existe contacto con el producto se van a emplear materiales más económicos. De esta manera se brinda una solución óptima para las grandes industrias que trabajan con la pulpa de frutas.

Con lo antes mencionado, el alcance deseado es diseñar la estructura para la despulpadora, es decir el componente A, que comprende la estructura, sistema de tensado de bandas de poleas, placa de soporte del motor, carcasa de protección del motor, canaletas de cables, patas de estructura. Esto se lo va a realizar mediante cálculos y simulaciones en software CAD como SolidWorks. Posteriormente construir los elementos correspondientes al componente A de la despulpadora de frutas.

Finalmente, establecer un protocolo de pruebas para verificar que la despulpadora cumpla con los requerimientos del usuario y sus necesidades.

1.4. MARCO TEÓRICO

1.4.1. Diseño mecánico

Se entiende por diseño mecánico, al proceso de diseño de partes y sistemas mecánicos como su nombre lo indica, hace referencia al diseño de piezas, estructuras, mecanismos y máquinas de todo tipo. El diseño mecánico está relacionado con la ingeniería mecánica, esta se ocupa de analizar, diseñar, construir y optimizar sistemas de tipo mecánico, como naves industriales, mecanismos y máquinas. [1]

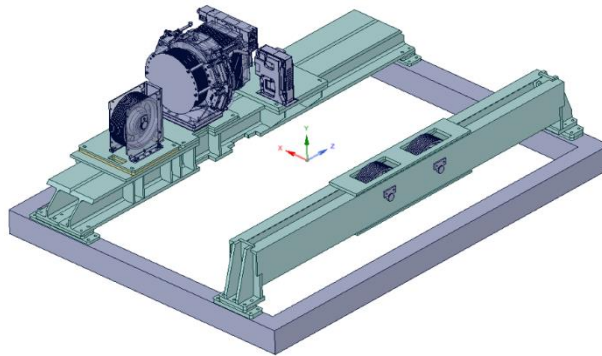


Figura 1: Diseño mecánico. [1]

1.4.2. Método de elementos finitos

Este tipo de análisis se realizan mediante software que en su mayoría emplean el método de elementos finitos. El método de elementos finitos consiste en que a la geometría de la pieza que esta previamente sometida a restricciones y cargas, se la divide en pequeñas partes, estas se conocen como elementos. Los llamados elementos representan el dominio del problema por lo que, mediante la división de la geometría en elementos de menor tamaño resuelven un problema complejo, esto permite a la computadora resolver problemas complejos con una mayor eficiencia, pues lo convierte en problemas más simples. [2]

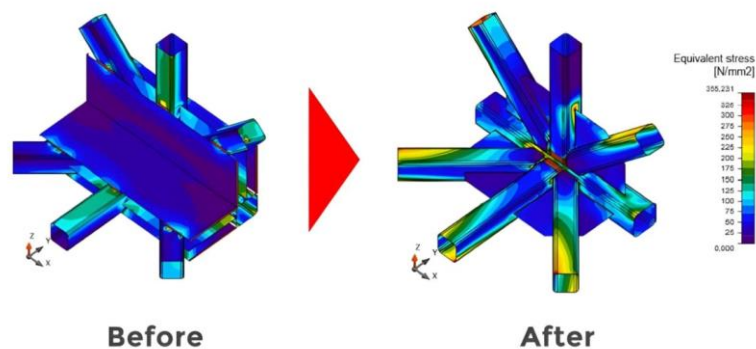


Figura 2: Método de elementos finitos. [2]

1.4.3. Acero estructural

El acero estructural A-36 es considerado como acero al carbono, este acero es altamente útil en la industria de la manufactura y construcción, debido a la facilidad con la que se puede fabricar. Se rige bajo la norma ASTM A36, puede ser empleado a partir de hojas laminadas, perfiles estructurales y distintos tipos de formas de conformado mecánico para el acero.

En el presente trabajo de integración curricular, se emplea para construir la parte de la estructura de la despulpadora de frutas, para este efecto, se opta por realizarlo con acero negro ASTM A-36, pues, posee propiedades mecánicas adecuadas para el trabajo que va a realizar la estructura, que es el de soportar a la máquina. [3] Además es más económico que el acero inoxidable y es posible usarlo, ya que la estructura no entra en contacto con el alimento.

En la tabla 1 se detallan las propiedades mecánicas del acero ASTM A-36:

Tabla 1: Propiedades mecánicas del acero ASTM A-36. [3]

Propiedad	Valor
Resistencia a la fluencia	250 [Mpa]
Resistencia ultima a la tensión	550 [Mpa]
Elongación mínima en 50 [mm]	23 %
Módulo de elasticidad	200 [Gpa]
Densidad	7.85 [g/cm ³]



Figura 3: Perfil estructural acero A-36. [3]

1.4.4. Tipos de soldadura estructural

El acero es de los metales más utilizados en la industria de la construcción debido a sus propiedades mecánicas que ofrecen una gran durabilidad. Por lo que, en la construcción con acero intervienen varios procesos de soldadura que se detallan a continuación:

Soldadura oxiacetilénica

Este proceso de soldadura se caracteriza porque la temperatura alcanza un encendido al mezclar los gases de oxígeno y acetileno en la pistola de soldadura que logra fundir el lugar que se desea soldar, a esta zona de soldadura se le agrega el material de aporte, generalmente una varilla que sirve como relleno para la zona de la junta que se desea soldar. Este principio del oxígeno y acetileno es empleado también para cortar acero. [4]



Figura 4: Soldadura oxiacetilénica. [4]

Soldadura por arco eléctrico

En la industria, uno de los procesos que más se aplican hoy por hoy es la soldadura por arco eléctrico, este proceso consiste en generar un arco voltaico entre la pieza o zona que se desea soldar y el material de aporte o electrodo, en este proceso pueden generarse temperaturas de hasta 3000 °C. Dentro de este proceso, se genera una protección gaseosa alrededor del arco eléctrico, este gas evita que se oxide el material fundido. Este proceso puede ser aplicado de forma manual con electrodo revestido o de manera automática con arco sumergido. [4]

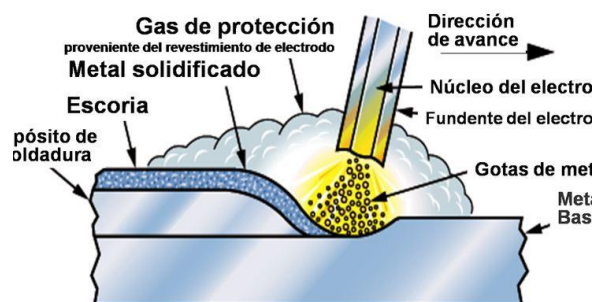


Figura 5: Soldadura por arco eléctrico. [4]

1.4.5. Despulpadora manual

La despulpadora manual realiza un trabajo de transmisión a partir de la manivela, pasando por el tornillo sin fin, esto hace que la fruta choque con las paredes del tamiz y se realice el proceso de despulpado. La pulpa empieza a salir por medio de los agujeros del tamiz hacia un recipiente externo, luego, el exceso de frutas y las pepas se recolectan al final del tamiz, por medio de una boquilla de salida. [5]



Figura 6: Despulpadora manual. [5]

1.4.6. Despulpadora horizontal

En este tipo de despulpadoras, la polea, el eje, los rascadores, el tamiz y otros elementos están colocados de manera uniaxial, es decir, es un eje horizontal común, esta disposición hace que la potencia generada por el motor se transmita al eje, mediante una velocidad angular se genera una fuerza centrífuga con la cual la fruta se golpe contra el tamiz. A través de los agujeros del tamiz pasa la pulpa y se obtiene como resultado las semillas y la fruta por separado. [6]



Figura 7: Despulpadora horizontal. [6]

1.4.7. Despulpadora inclinada

El principio de funcionamiento de esta despulpadora es similar al de la horizontal, su principal diferencia radica en que esta despulpadora inclinada posee una pendiente, esta

permite que los restos de pulpa o semillas que permanecen dentro del tamiz se deslicen a causa de la gravedad. Cabe recalcar que la pendiente del ángulo uniaxial que conecta a los elementos dependerá de las dimensiones de la máquina. [6]



Figura 8: Despulpadora inclinada. [6]

1.4.8. Despulpadora vertical

El principio de funcionamiento de la despulpadora vertical es idéntico al de la despulpadora horizontal, la principal diferencia radica en la posición de los elementos, el eje se encuentra en posición vertical conectado a un motor que genera una fuerza centrífuga, esto hace que la pulpa de la fruta atraviese el tamiz. [6]



Figura 9: Despulpadora vertical. [6]

1.4.9. Partes principales de una despulpadora

Se presenta a continuación los principales elementos exteriores e interiores de una despulpadora de frutas, teniendo en cuenta que tanto la despulpadora horizontal, inclinada y vertical poseen los mismos elementos.

PARTES EXTERIORES

Se enlistan las partes exteriores de un despulpadora de frutas:

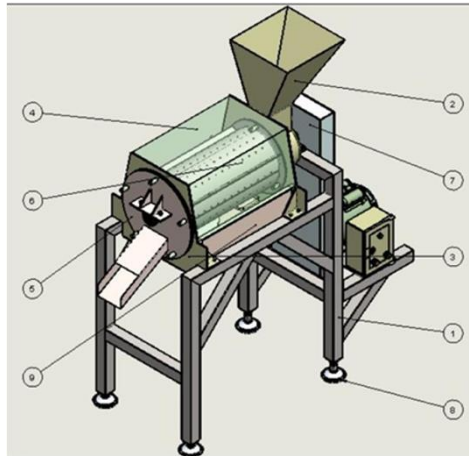


Figura 10: Partes externas de una despulpadora. [6]

1. Estructura
2. Tolva de alimentación
3. Soporte frontal
4. Cubierta móvil
5. Tapa frontal
6. Tamiz
7. Protector de banda
8. Elementos de soporte
9. Tolva de descarga

Partes internas

Se enlistan las partes internas de una despulpadora de frutas:

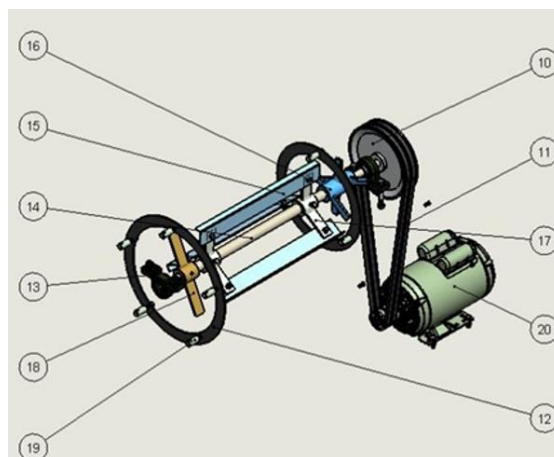


Figura 11: Partes internas de la despulpadora. [6]

10. Polea
11. Banda trapezoidal

12. Empaque
13. Soporte con rodamiento de piso
14. Eje
15. Rascador
16. Cuchilla
17. Soporte rascadores
18. Paleta de expulsión
19. Perno de ajuste
20. Motor eléctrico

1.4.10. Proceso de despulpado

Para describir el proceso de despulpado de frutas se debe entender que consiste en separar las semillas y otros elementos de la pulpa. En la máquina, internamente se efectúan movimientos de rotación de los rascadores que están conectados a un eje de transmisión de potencia, esta última está dada por el sistema de poleas, que mediante el sistema de tensado de poleas que se implementó, que a su vez ayudan a mantener la tensión en las bandas.

En la industria se presentan varios tipos de máquinas y equipos para realizar un proceso de despulpado de frutas, entre los más utilizados se encuentran las despulpadoras de tipo horizontal y vertical. El proceso de despulpado en una despulpadora horizontal consiste en un cilindro horizontal tipo tamiz, la fruta se ingresa desde la parte de arriba por medio de tolvas de alimentación, posteriormente los rascadores inician su trabajo al ejercer presión hasta que la pulpa quede totalmente removida. [7]



Figura 12: Proceso de despulpado. [7]

1.4.11. Rendimiento de la fruta en el proceso de despulpado

En el mercado a nivel nacional, se presentan una gran cantidad de frutas que poseen pepas de varios tamaños y formas, como su geometría es cambiante, el diámetro que van a

presentar es diferente, por esta razón, el diseño de una despulpadora debe adaptarse a las necesidades del usuario, para de esta manera obtener un rendimiento adecuado. [8]

A continuación, en la tabla 2 se muestra el rendimiento promedio en el proceso de despulpado de algunas frutas del mercado, que se obtuvo a partir de una recopilación de datos:

Tabla 2: Rendimiento de frutas en el proceso de despulpado. [8]



Fruta	Zumo	Pulpa	Rendimiento	Kg/h
Piña		X	55%	66
Acerola	X		70%	84
Plátano		X	80%	96
Zanahoria		X	80%	96
Guayaba		X	80%	96
Kiwi		X	75%	90
Naranja	X		60%	72
Manzana		X	60%	72
Papaya		X	70%	84
Mango		X	50%	60
Fruta de la pasión	X		55%	66
Fresas	X		92%	110
Pera		X	60%	72
Melocotón		X	60%	72
Mandarina	X		63%	76
Tomate		X	80%	96
Uva	X		70%	84

1.4.12. Benchmarking

Despulpadora semi – industrial Tomasi

Su principio de funcionamiento se basa en un tornillo sin fin y las aletas que golpean a la fruta que ingresa por la tolva de alimentación, posteriormente, la pulpa es expulsada por el tamiz, esta despulpadora posee dos salidas, salida de pulpa y salida de jugo. En la tabla 3 se describe sus principales características. [9]



Tabla 3: Información despulpadora semi-industrial TOMASI. [9]

Despulpadora semi – industrial TOMASI	
	
Fabricante	TOMASI
Modelo	DPT – 50
Potencia	0.5 HP
Capacidad	50 – 110 kg/h
Motor	110 V/60 Hz
Peso Total	22 kg
Dimensiones	850 x 230 x 470 mm
País	Brasil
Tipo de funcionamiento	Tornillo sin fin – Aletas
Fuente	Imarca
	

Despulpadora semi - industrial zpd500

El principio de funcionamiento de esta despulpadora se caracteriza por la entrada de las frutas en un cilindro con perforaciones que posee una inclinación ajustable, este es alimentado por un transporte de tornillo, posee tres paletas que realizan presión a las frutas contra el cilindro. Posterior a este proceso, el jugo y la pulpa se obtienen en la parte externa del tamiz, dentro de este solo se encuentran las semillas de la fruta. En la tabla 1.4 se encuentran las principales características de esta despulpadora. [10]

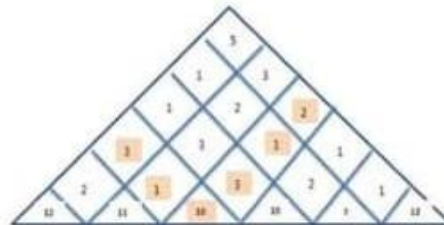
Tabla 4: Información despulpadora semi - industrial ZPD500. [10]

Despulpadora semi – industrial ZPD500	
	
Fabricante	Zumex FOOD Engineering
Modelo	ZPD500
Potencia	7.5 kW
Capacidad	500 kg/h
Motor	400 V
Dimensiones	1158 x 610 x 1247 mm
Tipo de funcionamiento	Paletas
Fuente	Despulpadora Zumex
Tamaños para frutas	2 mm, 3 mm (cerezas), 5 mm (ciruelas), 8 mm (albaricoques)
	

1.4.13. Casa de la calidad

La matriz de casa de la calidad permite realizar una evaluación para analizar los requerimientos del usuario con relación a las propuestas del ingeniero. Esta herramienta denominada casa de la calidad, como su nombre lo indica se basa en el análisis de la calidad del producto final a elaborar, existen algunas relaciones numéricas planteadas principalmente en el libro de diseño de Carles Ribba. [11]

Este análisis permite también realizar un estudio de la competencia, de esta manera se pueden relacionar los distintos requerimientos del usuario y realizar mejoras al diseño. El principal objetivo de analizar casa de la calidad es obtener especificaciones técnicas para la elaboración de la estructura y sistema de tensado de bandas de la despulpadora.



Importancia ponderada de los requisitos técnicos			1,7	1,6	1,4	1,4	1,0	1,7	EVALUACION COMPARATIVA (respecto a los requisitos del cliente) 5 = MEJOR 1 = PEOR			
¿CÓMO?	¿QUE?	Importancia para el cliente (1 - 5)	Ancho del papel	Espesor del papel	redondez del rollo de papel	Grosor del recubrimiento del papel	resistencia del papel	Color del papel	NOSOTROS	EMPRESA 1	EMPRESA 2	
			1	2	3	4	5	6				
1	Papel no se rompa	5	1	3	5	1	5	1	1	3	3	1
2	Acabado consistente	1	1	1	1	3	1	1	3	2	4	2
3	La tinta no se corra	3	1	5	1	3	2	1	5	4	3	3
4	Impresiones claras	5	2	1	3	5	1	3	3	4	5	4
Importancia ponderada respecto requerimientos del cliente (absoluta)			19	36	44	42	37	41	38	49	53	
Importancia ponderada respecto requerimientos del cliente (relativa)			1	1,9	2,3	2,2	1,9	2,2	1,0	1,3	1,4	
EVALUACIÓN PONDERADA DE LOS REQUISITOS DEL CLIENTE RESPECTO A LOS DEL PRODUCTO		ABSOLUTA	33	57	62	60	37	41				
		RELATIVA	1	2	2	2	2	1				
EVALUACION COMPARATIVA (respecto a los requisitos técnicos) 5 = MEJOR 1 = PEOR		NOSOTROS	4	2	1	2	1	3				
		EMPRESA 1	3	3	3	3	4	1				
		EMPRESA 2	5	1	4	1	3	2				

ADRIANA GÓMEZ VILLOLDO

<http://asesordecalidad.blogspot.com>

Figura 13: Ejemplo matriz casa de la calidad. [11]

2. METODOLOGÍA

En este capítulo se describe el proceso de diseño conceptual a seguir para el trabajo de integración curricular titulado "Diseño y construcción de una máquina despulpadora de fruta", se emplean conceptos mencionados en el libro de Carles Ribba. De acuerdo con estos conceptos, se plantea un proceso mediante diagramas de flujo, donde se describen las etapas principales del diseño.

El diseño del sistema de tensado de bandas y de la estructura para la despulpadora de frutas se estructura de acuerdo con el marco de diseño concurrente, donde se tienen principalmente 4 etapas, descritas a continuación:

- Definición del producto
- Diseño conceptual
- Diseño de materialización
- Diseño de detalle

En la figura 14 se puede observar la metodología a seguir para el desarrollo del diseño mecánico del sistema de tensado de bandas y la estructura para la despulpadora de frutas.

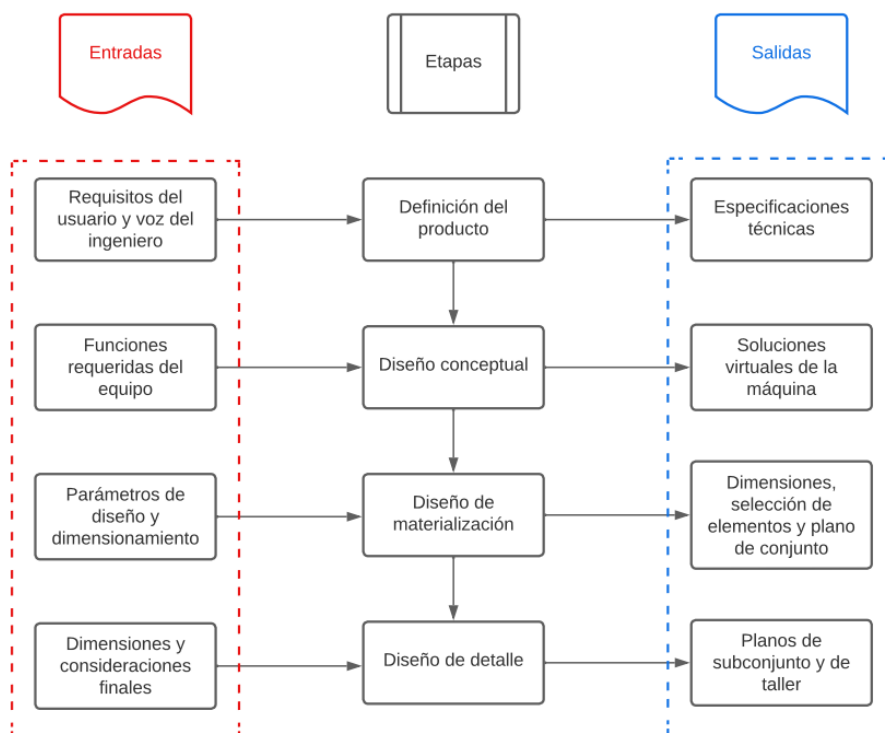


Figura 14: Diagrama de metodología de diseño. Fuente: Autor

2.1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

La definición del producto es la primera etapa del diseño, es fundamental previo a conceptualizar la máquina o producto a fabricar. En esta etapa se inicia desde el planteamiento del problema pues, a partir de ahí se obtienen condiciones que definen el producto, tales como los requerimientos del usuario que son útiles para evaluar con las sugerencias del ingeniero a través de la matriz de la casa de la calidad. Previo a este proceso se realiza un análisis de la competencia o benchmarking, así pues, se evalúa condiciones necesarias que debe cumplir el diseño de la máquina. En esta etapa el objetivo principal es obtener las especificaciones técnicas del producto.

2.1.1. Planteamiento y justificación del problema

La problemática surge debido a la gran demanda que existe en el país, principalmente en el sector agrícola, ya que se sabe que Ecuador en su mayoría es un país agrícola, por ende, existe una gran demanda de maquinaria para este sector. Este proyecto se enfoca en dar solución para aquellos productores que buscan obtener pulpa de las frutas que producen, así pues, se busca desarrollar y obtener una máquina acorde a las necesidades del sector agrícola. El principal objetivo es obtener una máquina funcional y de fácil manejo para el sector, por estos motivos, la máquina debe tener ciertas características:

- Fácil de transportar
- Poseer una ergonomía correcta
- Fácil de realizar mantenimiento
- Soportar cargas y trabajo continuo

2.1.2. Análisis de casa de la calidad

Voz del usuario

Al usuario se lo conoce como la persona que requiere la máquina, por ende, es importante que el diseño este acorde a sus requerimientos, para este proyecto el contacto es principalmente el Ing. Marco Carrión, persona que coordina el proyecto, directamente con las personas que necesitan disponer de una máquina despulpadora de frutas. Los principales requerimientos son:

- Alta capacidad de procesamiento de pulpa
- Fácil manipulación
- Evitar que se mezclen pulpa y semillas

- Económica
- Mantenimiento fácil
- Fácil de transportar
- Costo de operación bajo
- Ruido controlado
- Máquina mediana

Voz del ingeniero

Luego de conocer los requerimientos del cliente, el ingeniero los convierte en especificaciones técnicas que están enfocados principalmente en satisfacer al usuario. Las especificaciones técnicas son:

- Control del nivel de ruido
- Volumen
- Peso
- Energía
- Calidad de pulpa
- Mantenimiento
- Practicidad
- Durabilidad
- Costo

Luego de obtener la voz del usuario y voz del ingeniero, se realiza la matriz de casa de la calidad.

La matriz de casa de la calidad se encuentra adjunta en el anexo I. Los principales resultados obtenidos a partir de las ponderaciones de esta matriz indican lo siguiente:

- Cumplir con su función: Despulpas frutas
- Producir de manera continua: Trabajo continuo
- Capacidad de carga de fruta pelada

2.1.3. Especificaciones técnicas

NOTA: Propone: C: Cliente; I: Ingeniería. R/D: R: Requerimiento; D: Deseo.

Tabla 5: Especificaciones técnicas despulpadora de frutas. **Fuente:** Autor

Empresa	Producto:	Fecha de inicio	
Escuela Politécnica Nacional	Diseño de una máquina despulpadora de fruta	15/10/2022	
Diseñadores		Fecha de última revisión	
Chávez Fabian Alejandro Guevara Andrés Dionicio Romero Stalyn Rubén		18/02/2023	
Especificaciones			
Concepto	Propone	R/D	Descripción
Función	C	R	Lograr que se separen las semillas de la pulpa de la fruta que ingresa
Energía	C+I	D	Alimentar la máquina con corriente alterna de 110/220 V
Tiempo de servicio	C	R	Trabajo continuo por 10 horas
Señales y control	C+I	D	Proceso de encendido y regulación de velocidad
Porcentaje de pulpa en la semilla	C	D	Aceptar un máximo de 6.5 %
Porcentaje de rotura en la semilla	C+I	D	Aceptar un máximo de 5 %

2.2. DISEÑO CONCEPTUAL

2.2.1. Análisis funcional

El realizar un análisis funcional tiene como objetivo separar la acción que efectúa un mecanismo, de esta manera se optará por buscar nuevas soluciones para un problema. Mediante el análisis funcional se logra obtener productos de mejor calidad a un menor costo.

Al utilizar el análisis funcional como herramienta de diseño, se debe tener en cuenta un aspecto importante, hay que diferenciar y designar cuales son las funciones primarias y secundarias de la máquina. Una función primaria de la máquina es obtener pulpa de fruta. Las funciones secundarias son las que permiten que la función primaria se desarrolle de

manera correcta. Luego de establecer todas las funciones secundarias, es necesario agrupar las funciones similares en un solo módulo, de esta manera se cubren los requerimientos y se puede optimizar el tiempo de producción y recursos.

2.2.2. Desarrollo de los diagramas funcionales

Se realizan los diagramas funcionales para cada nivel de acuerdo con los procesos de funcionamiento establecidos para la máquina, se presentan a continuación:



Figura 15: Diagrama funcional – nivel 0. Fuente: Autor

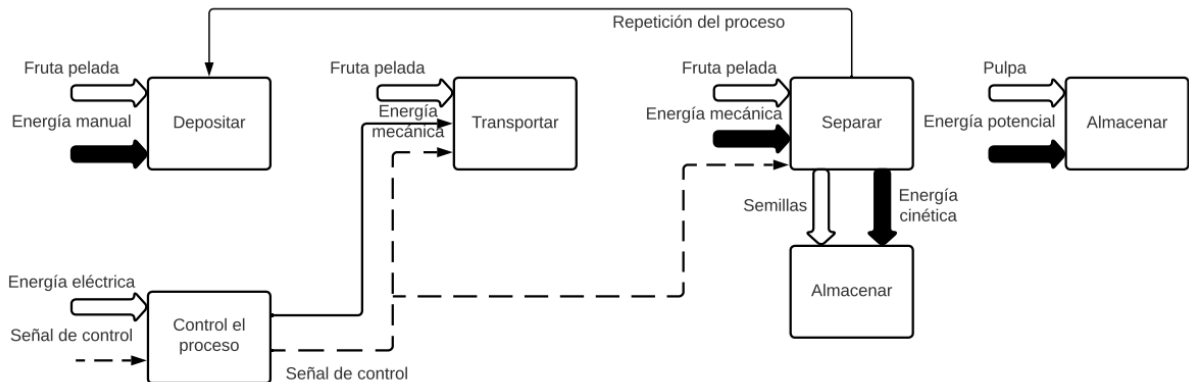


Figura 16: Diagrama funcional – nivel 1. Fuente: Autor

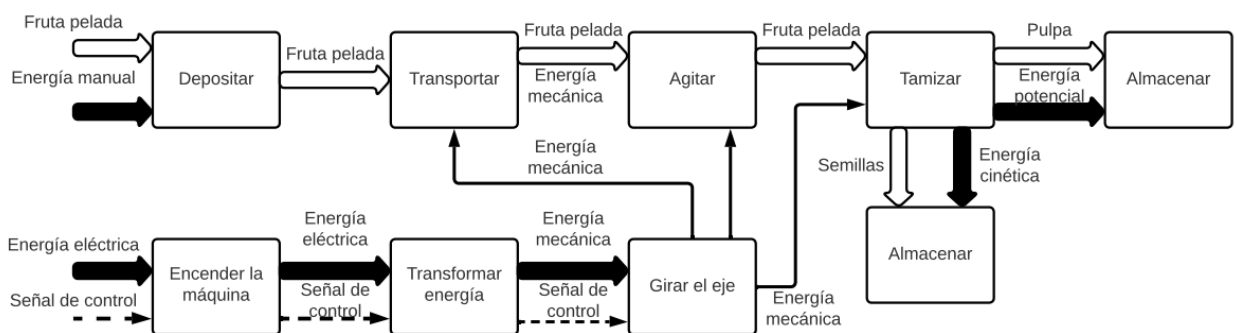


Figura 17: Diagrama funcional – nivel 2. Fuente: Autor

2.2.3. Análisis de los diagramas funcionales

En esta sección se describen las principales funciones de la máquina desde el nivel de inicio hasta lograr describir todas las funciones de esta. Esta descripción se la realiza con el objetivo de comprender el funcionamiento general de cada módulo presente en la máquina para el proceso de despulpado. Se definen niveles 0, 1 y 2, los cuales se muestran en las figuras 15, 16 y 17 respectivamente. Estos niveles poseen entradas y salidas respectivamente, para el nivel 0 se definen las siguientes:

Entradas

- Fruta
- Energía
- Señal de inicio de proceso
- Separar la pulpa de la semilla

Salidas

- Pulpa
- Semilla

2.2.4. Definición de módulo

En base al nivel 2 mostrado en la figura 17, se especifican las principales funciones que realizará la máquina despulpadora de frutas, entonces se definen los siguientes módulos para su estudio:

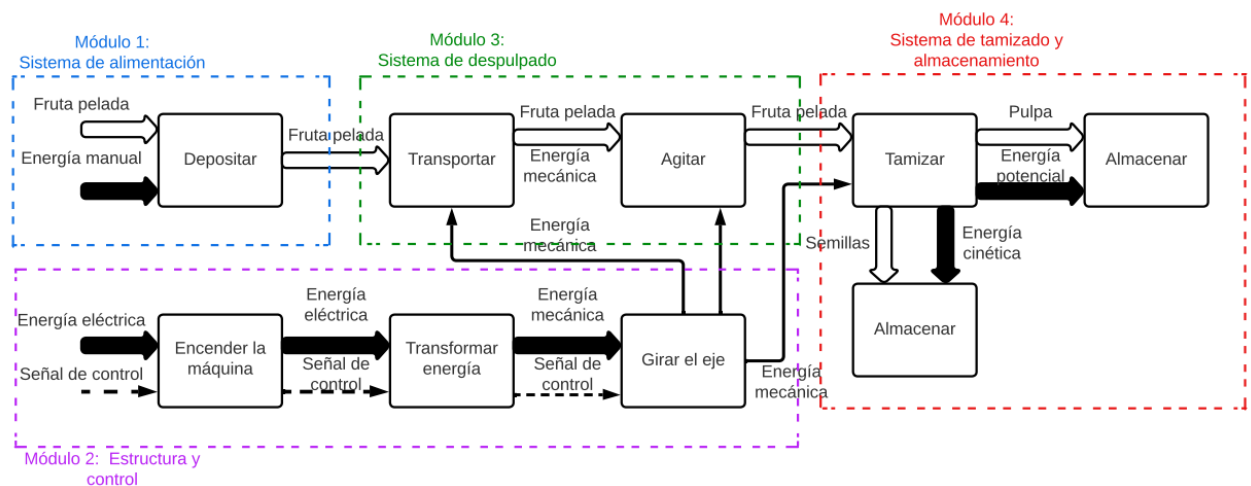


Figura 18: Generación de módulos. Fuente: Autor

A partir de estos módulos generados en el nivel 2 del análisis funcional de la maquina despulpadora de frutas, se consideraron los siguientes criterios para evaluación:

- **Función:** El principal objetivo es que la maquina obtenga el producto final, como ya se mencionó en secciones pasadas, es decir se espera obtener pulpa y pepas por separado logrando la menor cantidad de desperdicio de frutas.
- **Dimensión:** Se deben lograr dimensiones que cumplan con la ergonomía dispuesta en normas para una correcta operación de la maquinaria, de esta manera que se logre abastecer las necesidades del usuario.
- **Fabricación y montaje:** Se desea cumplir con la necesidad de fácil montaje y fabricación de los elementos mecánicos que componen la máquina, así pues, se garantiza un correcto funcionamiento.
- **Precio:** Lograr una maquina económica que logra balancear los costos entre producción y diseño.
- **Mantenimiento y limpieza:** Se busca que la limpieza y el mantenimiento de la maquina despulpadora se logre realizar de una manera practica y sencilla para realizarlo de manera correcta.

2.3. SOLUCIÓN DEL MÓDULO 2: ESTRUCTURA Y CONTROL

En esta sección se plantean soluciones para el módulo o componente de estudio del presente trabajo de integración curricular con base en el nivel 2 que se muestra en la figura 18, posteriormente, se obtiene una solución final general. En este módulo se analizan dos componentes, que son la estructura y el sistema de tensado de bandas para la transmisión de potencia.

2.3.1. Estructura

Este componente tiene las siguientes funciones:

- Soportar los componentes de cámara de despulpado, potencia y sistema de tensado de bandas.
- Generar estabilidad al momento del trabajo de la máquina.

Estabilidad de la máquina

En este procedimiento se requiere de soportes en las patas de la estructura de la máquina. No es necesario realizar un análisis funcional complementario.

Soporte de componentes

Tabla 6: Solución módulo 2 estructura. **Fuente:** Autor


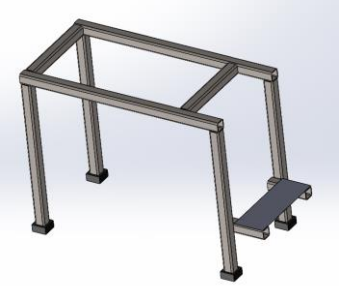

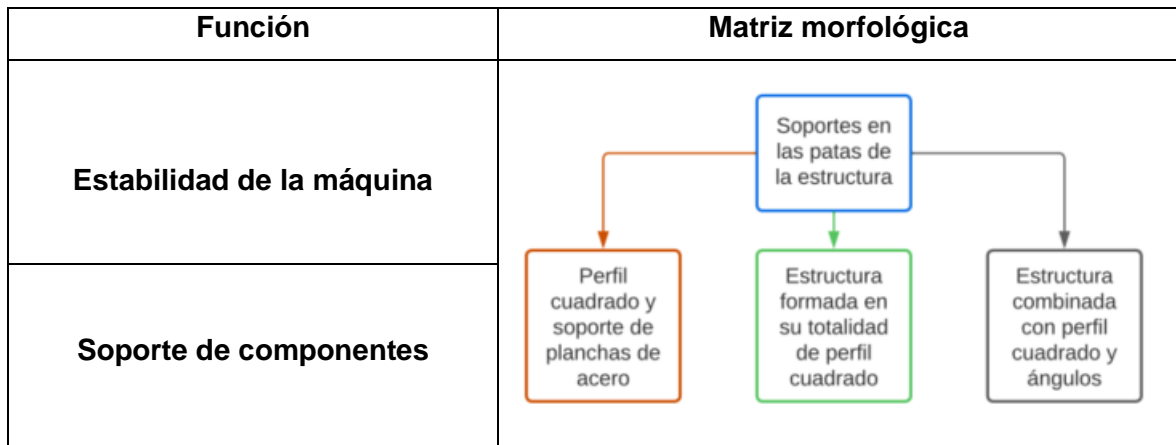
Descripción	Ventajas	Desventajas
<p>Alternativa de solución 1: Estructura con tubo cuadrado y plancha de acero para soporte</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta resistencia. • Alta capacidad de carga y soporte para trabajo. • Reforzada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gran cantidad de material. • Alto costo de fabricación. • Complicado al momento de transportar por su peso. • Dificultad de fabricación.
<p>Alternativa de solución 2: Estructura formada con tubo cuadrado</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Poca cantidad de material. • Proceso de ensamblaje y soldadura simple. • Buena resistencia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sin rigidizadores. • Sistema de tensado de poleas suelto. • No posee juntas tipo bisel para soldadura. • Difícil ubicación de chumaceras de pedestal en tubo cuadrado.
<p>Alternativa de solución 3: Estructura combinada con tubo cuadrado y ángulo</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Poca cantidad de material. • Combinación entre ángulos y tubo cuadrado óptima para colocar chumaceras de pedestal. • Buena resistencia. • Bajo costo de fabricación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura esbelta.

Tabla 7: Matriz morfológica, módulo 2 estructura. **Fuente:** Autor



Evaluación y selección de los módulos

Matriz de funcionalidad general

Tabla 8: Ponderación de criterios de evaluación. **Fuente:** Autor

Criterio de evaluación	Función	Fabricación y montaje	Costo	$\Sigma+1$	Ponderación
Función		1	1	3	0,5
Fabricación y montaje	0		0	1	0,17
Costo	0	1		2	0,33
			Total	6	1

Matriz de residuos ponderados para funcionalidad

Tabla 9: Ponderación de criterio de funcionalidad. **Fuente:** Autor

Funcionalidad	Solución 1	Solución 2	Solución 3	$\Sigma+1$	Ponderación
Solución 1		0,5	0	1,5	0,25
Solución 2	0,5		0	1,5	0,25
Solución 3	1	1		3	0,50
			Total	6	1

Matriz de residuos ponderados para fabricación y montaje

Tabla 10: Ponderación de criterio de fabricación y montaje. Fuente: Autor

Fabricación y montaje	Solución 1	Solución 2	Solución 3	$\Sigma+1$	Ponderación
Solución 1		0,5	0	1,5	0,25
Solución 2	0,5		0,5	2	0,33
Solución 3	1	0,5		2,5	0,42
Total				6	1

Matriz de residuos ponderados para costo

Tabla 11: Ponderación de criterio de costo. Fuente: Autor

Costo	Solución 1	Solución 2	Solución 3	$\Sigma+1$	Ponderación
Solución 1		0	0	1	0,17
Solución 2	1		0,5	2,5	0,42
Solución 3	1	0,5		2,5	0,42
Total				6	1

Conclusiones

Tabla 12: Conclusiones para el módulo 2, estructura. Fuente: Autor

Conclusiones	Función	Fabricación y montaje	Costo	Σ	Prioridad
Solución 1	0,13	0,04	0,06	0,22	3
Solución 2	0,13	0,06	0,14	0,32	2
Solución 3	0,25	0,07	0,14	0,46	1
Total				1	

Como se puede observar en la tabla 12, luego de realizar el análisis de criterios ponderados se concluye que la mejor alternativa es la numero 3, pues, es la que cumple de manera óptima con los criterios de evaluación.

Solución módulo 2 estructura

Con base en las matrices de criterios ponderados, se concluyó que la opción más viable es la solución 3, que está elaborada por una combinación de perfil cuadrado y ángulos.



Figura 19: Estructura de perfil estructural cuadrado y ángulo. **Fuente:** Autor

2.3.2. Sistema de tensado de bandas

Este componente tiene las siguientes funciones:


- Generar tensión con un sistema ajustable para las banda y que exista una correcta transmisión de potencia.
- Soportar el motor.

Soporte de motor

Para el soporte del motor se seleccionó por temas constructivos y de soldadura una placa de acero de 6 mm, por lo que, no es necesario realizar un análisis funcional complementario.

Sistema ajustable de tensado de bandas

Tabla 13: Solución módulo 2 sistema de tensado de bandas. **Fuente:** Autor

Descripción	Ventajas	Desventajas
	<ul style="list-style-type: none">• Poco material.• Fácil montaje.• Fácil mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none">• No posee un sistema de ajuste.• No se garantiza el tensado de la banda.

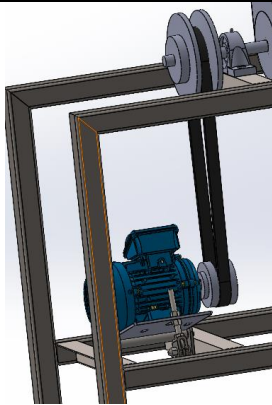
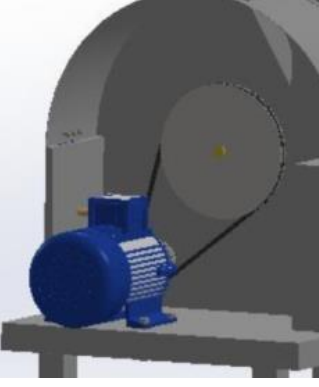
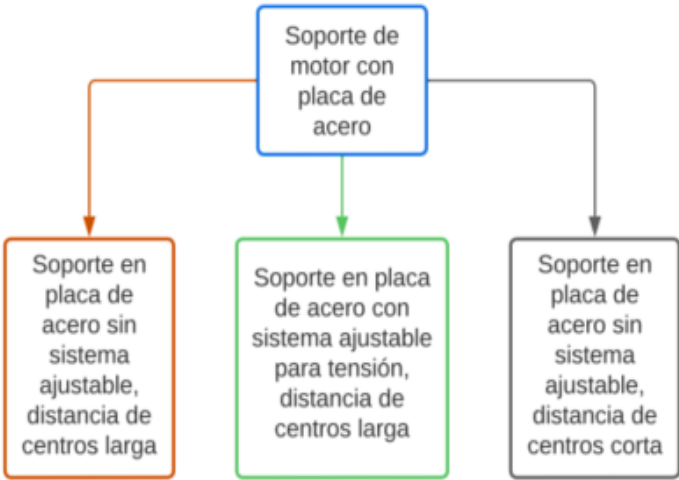
	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de tensión ajustable. • Soporte de motor con poco material. • Garantiza tensión en la banda de transmisión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ensamblaje un poco más caro. • Sistema con mayor cantidad de piezas.
	<ul style="list-style-type: none"> • Únicamente se utiliza una plancha como soporte. • Fácil montaje. • Bajo costo de fabricación. 	<ul style="list-style-type: none"> • No posee un sistema de ajuste para la tensión de la banda.

Tabla 14: Matriz morfológica, módulo 2 tensado de bandas. **Fuente:** Autor

Función	Matriz morfológica
Soporte de motor	 <pre> graph TD A[Soporte de motor con placa de acero] --> B[Soporte en placa de acero sin sistema ajustable, distancia de centros larga] A --> C[Soporte en placa de acero con sistema ajustable para tensión, distancia de centros larga] A --> D[Soporte en placa de acero sin sistema ajustable, distancia de centros corta] </pre>
Sistema ajustable de tensado de bandas	

Evaluación y selección de los módulos

Matriz de funcionalidad general

Tabla 15: Ponderación de criterios de evaluación. Fuente: Autor

Criterio de evaluación	Función	Fabricación y montaje	Costo	$\Sigma+1$	Ponderación
Función		1	1	3	0,5
Fabricación y montaje	0		0	1	0,17
Costo	0	1		2	0,33
			Total	6	1

Matriz de residuos ponderados para funcionalidad

Tabla 16: Ponderación de criterio de funcionalidad. Fuente: Autor

Funcionalidad	Solución 1	Solución 2	Solución 3	$\Sigma+1$	Ponderación
Solución 1		0	0,5	1,5	0,25
Solución 2	1		1	3	0,50
Solución 3	0,5	0		1,5	0,25
			Total	6	1

Matriz de residuos ponderados para fabricación y montaje

Tabla 17: Ponderación de criterio de fabricación y montaje. Fuente: Autor

Fabricación y montaje	Solución 1	Solución 2	Solución 3	$\Sigma+1$	Ponderación
Solución 1		0,5	0	1,5	0,25
Solución 2	0,5		1	2,5	0,42
Solución 3	1	0		2	0,33
			Total	6	1

Matriz de residuos ponderados para costo

Tabla 18: Ponderación de criterio de costo. Fuente: Autor

Costo	Solución 1	Solución 2	Solución 3	$\Sigma+1$	Ponderación
Solución 1		0	0	1	0,17
Solución 2	1		0	2	0,33
Solución 3	1	1		3	0,50
Total				6	1

Conclusiones

Tabla 19: Conclusiones para el módulo 2, sistema de tensado de bandas. Fuente: Autor

Conclusiones	Función	Fabricación y montaje	Costo	Σ	Prioridad
Solución 1	0,13	0,04	0,06	0,22	3
Solución 2	0,25	0,07	0,11	0,43	1
Solución 3	0,13	0,06	0,17	0,35	2
Total				1	

Como se puede observar en la tabla 19, una vez realizado el análisis de criterios ponderados se concluye que la mejor alternativa es la número 2, pues, la solución 2 es la que cumple de manera óptima con los criterios de evaluación establecido.

Solución módulo 2 tensado de bandas

Con base en las matrices de criterios ponderados, se concluyó que la opción más viable es la solución 2, que está compuesta por una placa de acero para el soporte del motor, un sistema ajustable con un perno para regular la tensión de la banda de transmisión.

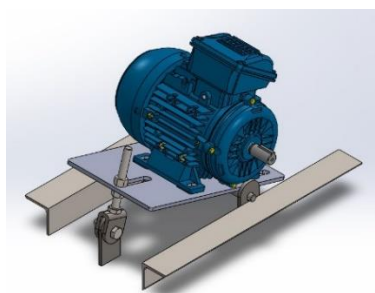


Figura 20: Sistema ajustable para tensión de banda de transmisión. Fuente: Autor

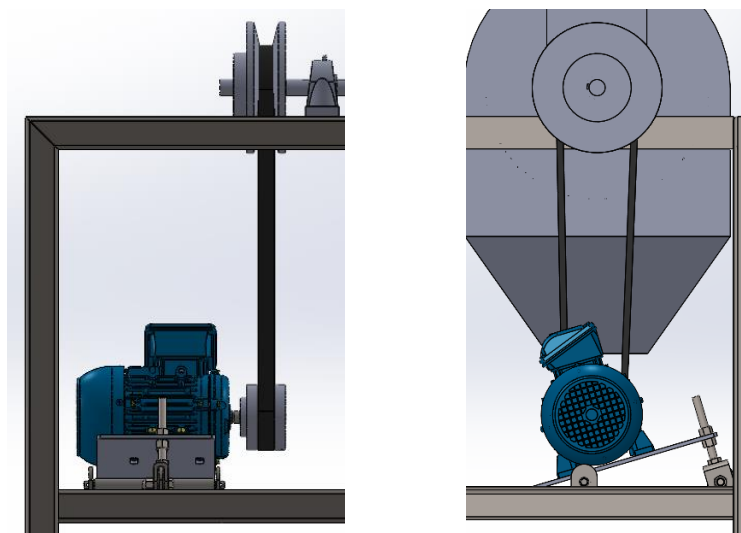


Figura 21: Sistema de tensado de bandas. **Fuente:** Autor

2.4. SOLUCIONES VIRTUALES

2.4.1. Primera solución virtual

De acuerdo con el análisis de la sección 2.3, se puede obtener la primera solución virtual, que se muestra en la figura 22, está compuesta por una estructura formada por perfil cuadrado para el soporte de elementos y una placa de acero para el soporte del motor, sin un sistema ajustable para el tensado de la banda de transmisión.

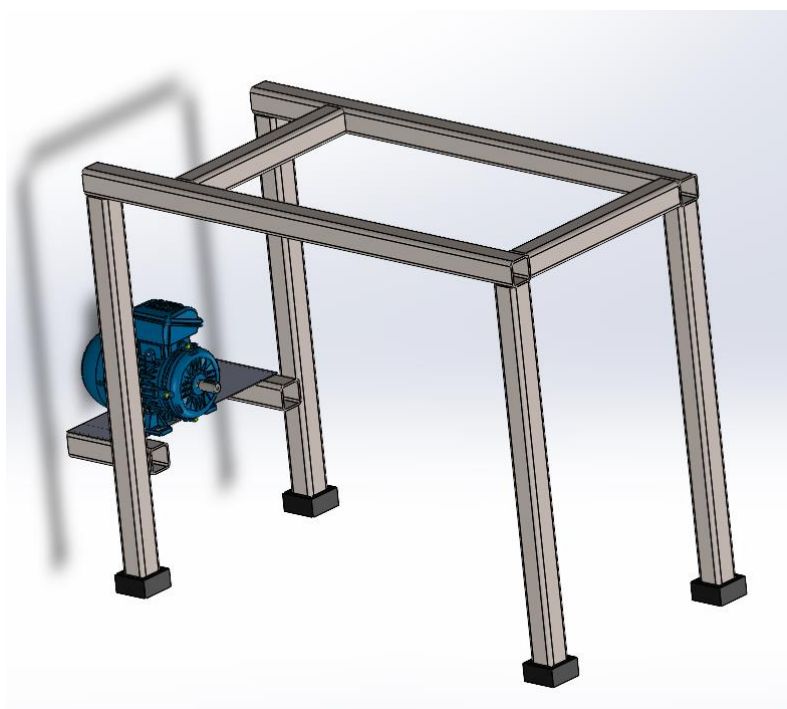


Figura 22: Primera solución virtual. **Fuente:** Autor

2.4.2. Segunda solución virtual: Solución final

Para este caso de la segunda solución virtual se optó por una estructura combinada entre perfil cuadrado y ángulos para el soporte de los componentes de la máquina, para el soporte del motor se optó por una placa de acero de 6 mm con un sistema de ajuste para la regulación de la tensión en la banda de transmisión. En la figura 23 se muestra la solución final para el módulo 2 correspondiente a la estructura y el tensado de bandas.

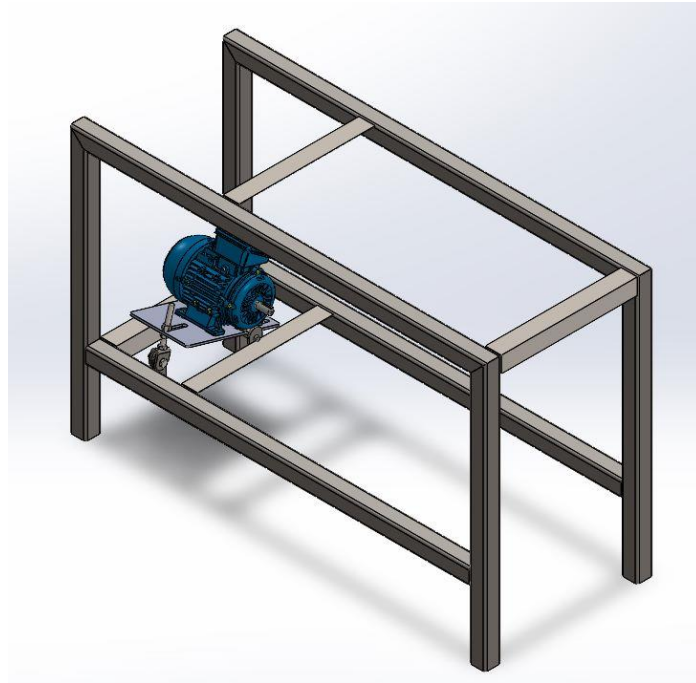


Figura 23: Solución final. Fuente: Autor

2.5. CÁLCULO Y DISEÑO DE COMPONENTES

2.5.1. Módulo 2: Estructura

Cálculo de reacciones

Se realiza un análisis del peso de todos los componentes que constituyen la máquina, se debe considerar la carga de la fruta a la que se le va a someter en el momento de trabajo de la despulpadora, se tiene entonces:

$$m_T = m_{eje} + M_{elementos} + M_{tolvas} + m_{cubiertas} + m_{poleas} + M_{tamiz} + m_{motor}$$

Ecuación 1. Cálculo de la masa total de los componente de la máquina.

$$m_T = 5.8 + 3.46 + 3.31 + 2.1 + 3.89 + 0.9 + 3.92 + (1.37)(5.46 + 0.56) + 6.22 + (3 + 4.57 + 36.51) [kg]$$

$$m_{T-elementos} = 81.92 [kg]$$

Se suma la carga de trabajo para la máquina, inicialmente se asume una carga de 50 kg de fruta cuando la máquina este trabajando, entonces:

$$m_T = 81.92 + 50$$

$$m_T = 131.92 \text{ [kg]}$$

$$W_T = 131.92 \text{ [kg]} \cdot 9.81 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

$$W_T = 1294.13 \text{ [N]}$$

Se estima la carga distribuida a lo largo de la máquina, de la siguiente manera:

$$q = \frac{W}{L}$$

Ecuación 2. Cálculo de carga distribuida en un pórtico.

$$q = \frac{1294.13 \text{ [N]}}{1.3 \text{ [m]}}$$

$$q = 995.48 \left[\frac{\text{N}}{\text{m}} \right]$$

Para efectos de cálculo, se estima la carga distribuida:

$$q = 1 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}} \right]$$

Nota: la estructura está compuesta por dos pórticos planos, para efectos de calculo y diseño, se asume que la carga q esta aplicada en cada uno de los pórticos que conforman la estructura.

En la figura 24 se muestra la distribución de la carga a lo largo de la estructura a diseñar:

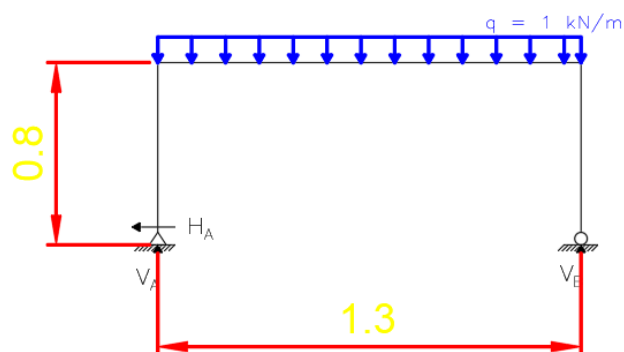


Figura 24: Carga distribuida en la estructura. **Fuente:** Autor

Se modela la estructura como un pórtico simplemente apoyado, se observa en la figura 24 su diagrama de cuerpo libre para el cálculo de reacciones, entonces:

- **Momentos**

$$\sum M_1 = 0$$

Ecuación 3. Sumatoria de momentos.

$$1.3V_4 - 0.65Q = 0$$

$$V_4 = 0.65 \text{ [kN]}$$

- **Fuerzas**

$$\sum F_x = 0$$

Ecuación 4. Sumatoria de fuerzas eje x.

$$H_1 = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

Ecuación 5. Sumatoria de fuerzas eje y.

$$V_1 + V_4 = Q$$

$$V_1 = 1.3 - 0.65$$

$$V_1 = 0.65 \text{ [kN]}$$

Para el cálculo de diagramas de fuerza cortante y momento flector se utiliza el método de barrido considerando 4 nodos para su análisis, como se observa en la figura 25:

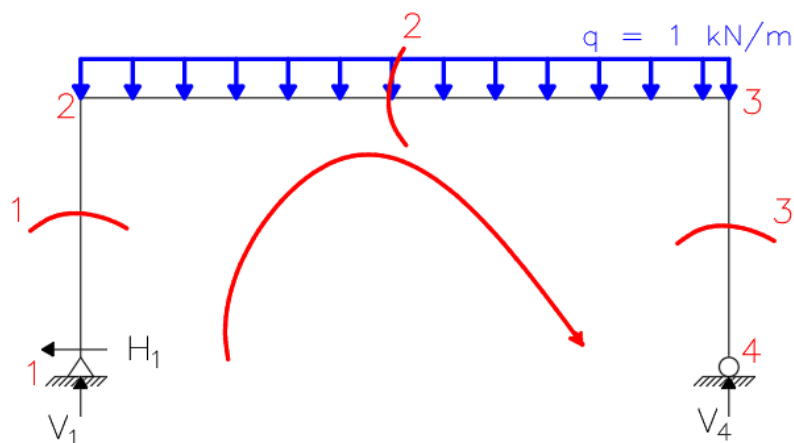


Figura 25: DCL para análisis de pórtico. **Fuente:** Autor

- **Análisis elemento 1 – 2**

Para el análisis de este elemento, se considera un valor $0 \leq x \leq 0.8$:

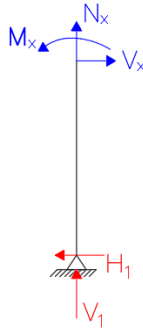


Figura 26: DCL para análisis de elemento 1 – 2. **Fuente:** Autor

- **Momentos**

$$\sum M_1 = 0$$

No existe fuerza que genere momentos en el elemento 1 – 2.

- **Fuerzas**

$$\sum F_N = 0$$

$$V_1 + N_x = 0$$

$$N_x = -0.65 \text{ [kN]}$$

- **Análisis elemento 2 – 3**

Para el análisis del elemento 2 – 3, se debe considerar el intervalo $0 \leq x \leq 1.3$:

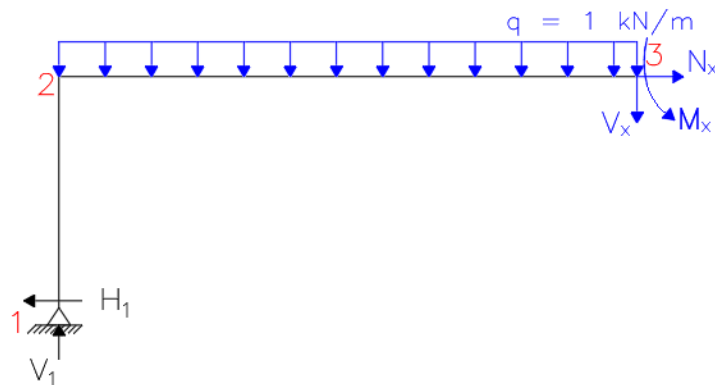


Figura 27: DCL para análisis de elemento 2 – 3. **Fuente:** Autor

- **Fuerzas**

$$\sum F_N = 0$$

$$-H_1 + N_x = 0$$

$$N_x = 0 \text{ [kN]}$$

$$\sum F_V = 0$$

$$-V_x + V_1 - qx = 0$$

$$V_x = (1)x - 0.65$$

$$V_x = x - 0.65$$

Ecuación 6. Ecuación para cortante elemento 2 – 3.

Para generar el diagrama de fuerza cortante, se evalúa los valores de los extremos de la viga en la ecuación (6), entonces:

$$V(0) = -0.65 \text{ [kN]}$$

$$V(1.3) = 0.65 \text{ [kN]}$$

- **Momentos**

$$\sum M_2 = 0$$

$$M_x + \frac{qx^2}{2} - V_1x = 0$$

$$M_x = V_1x - \frac{qx^2}{2}$$

Ecuación 7. Ecuación para momento elemento 2 – 3.

Para obtener el diagrama de momentos, se evalúa los valores de los extremos de la viga en la ecuación (7), entonces:

$$M(0) = 0 \text{ [kNm]}$$

$$M(1.3) = 0 \text{ [kNm]}$$

Para obtener el momento máximo en la viga se iguala la ecuación (6) a cero y se evalúa la ecuación (7) en el valor obtenido, se tiene:

$$x - 0.65 = 0$$

$$x = 0.65$$

$$M(0.65) = M_{max} = 0.211 \text{ [kNm]}$$

- **Análisis elemento 3 – 4**

Para analizar el elemento 3 – 4, se considera un intervalo de $0 \leq x \leq 0.8$:

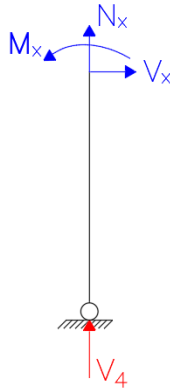


Figura 28: DCL para análisis elemento 3 - 4. **Fuente:** Autor

- **Momentos**

$$\sum M_3 = 0$$

$$M_x = 0$$

- **Fuerzas**

$$\sum F_V = 0$$

$$V_x = 0$$

$$\sum F_N = 0$$

$$N_x - V_4 = 0$$

$$N_x = -0.65 \text{ [kN]}$$

Posteriormente, con los resultados obtenidos para cada tramo del pórtico, en las figuras 29, 30, 31 se muestran los diagramas de fuerza axial, cortante y momento flector para cada tramo del pórtico, con estos valores se procede a seleccionar el perfil estructural cuadrado.

Diagramas de fuerza cortante y momento flector

Se adjuntan los diagramas de fuerza cortante y momento flector, los valores obtenidos en estos servirán para la selección del perfil estructural.

- **Fuerza axial**

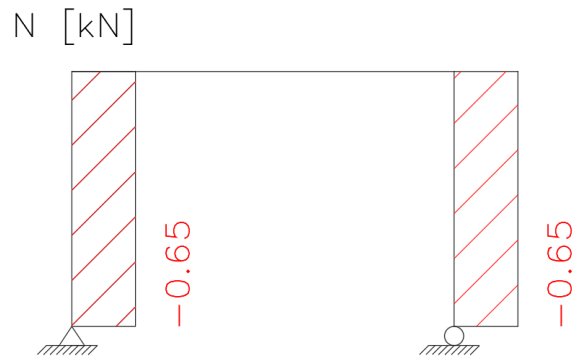


Figura 29: Diagrama de fuerza axial. **Fuente:** Autor

- **Fuerza cortante**

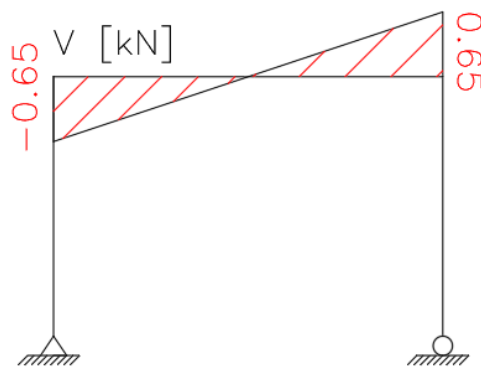


Figura 30: Diagrama de fuerza cortante. **Fuente:** Autor

- **Momento flector**

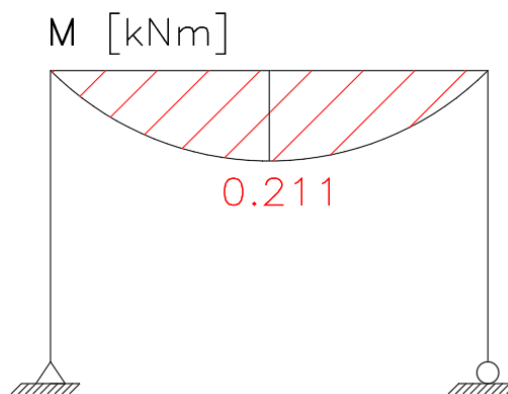


Figura 31: Diagrama de momento flector. **Fuente:** Autor

Selección de perfil estructural

Con el valor del momento máximo obtenido en cálculos previos y con la ayuda de la teoría de falla mostrada en la ecuación (8), se selecciona el perfil estructural cuadrado a partir del módulo S_x , entonces:

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{S_x} \leq [\sigma] = \frac{S_y}{F_s}$$

Ecuación 8. Teoría de falla.

Donde:

- σ_{max} : Esfuerzo máximo
- M_{max} : Momento máximo
- S_x : Módulo de inercia
- $[\sigma]$: Esfuerzo permisible
- S_y : Resistencia a la fluencia del material
- F_s : Factor de seguridad

Para la teoría de falla mostrada en la ecuación (8), se asume un factor de seguridad de 2, se tiene:

$$[\sigma] = \frac{250 [Mpa]}{2}$$

$$[\sigma] = 125 [Mpa]$$

Reemplazando en la ecuación 8, se tiene:

$$\frac{M_{max}}{S_x} \leq 125 [Mpa]$$

$$S_x \geq \frac{M_{max}}{125 [Mpa]}$$

$$S_x \geq \frac{0.211 [kNm]}{125 [Mpa]}$$

$$S_x \geq 1.69 [cm^3]$$

Mediante el catálogo de DIPAC, se selecciona un perfil estructural cuadrado comercial, se la siguiente manera:

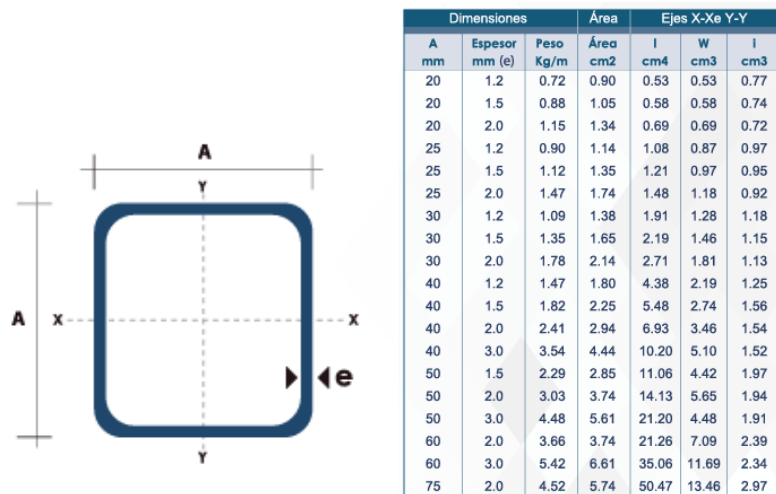


Figura 32: Catálogo IPAC perfil cuadrado. [12]

Se selecciona un perfil cuadrado estructural de 50x2 mm para esta estructura.

2.6. COSTOS DEL COMPONENTE C

Como se menciona en secciones anteriores, la estructura y componentes del sistema de tensado de bandas serán construidos en acero ASTM A – 36, posteriormente se realizará un recubrimiento con pintura anticorrosiva para efectos de protección, a continuación se presenta la tabla de gastos de materiales, insumos y mano de obra de este componente:

Tabla 20: Costos componente C. Fuente: Autor.

Cantidad	Descripción	Valor unitario	Valor total
2	Tubo Cuadrado LC 50x50 mm	24.10	48.20
0.5	Angulo 50x4 mm	10.49	10.49
13	Kg de plancha acero 6 mm	0.89	11.61
6	Insumos soldadura	27.06	27.06
1	Mano de obra	60	120
		Valor total	217.36

El valor total del costo de este componente C que constituye la estructura y el sistema de tensado de bandas de la maquina despulpadora de fruta es de \$217.36, como se observa en la tabla 20, este valor abarca materiales y mano de obra.

3. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. RESULTADOS DE CÁLCULOS Y SIMULACIONES

Simulación por elementos finitos

Se realiza una simulación por elementos finitos en el software ANSYS para verificar si la estructura y la placa de soporte del motor sufren una deformación considerable al ser sometidas a su carga máxima de trabajo, se obtiene:

- **Estructura**

Como se observa en la figura 33, se obtiene una deformación de 0.538 [mm], lo cual no es considerable, se concluye entonces que la estructura soporta la carga.

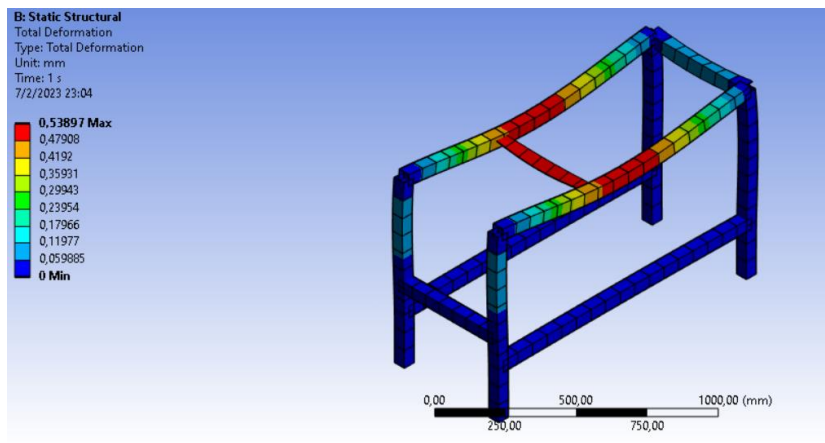


Figura 33: Simulación por elementos finitos de la estructura. Fuente: Autor

- **Placa de soporte del motor**

Como se observa en la figura 34, al ser sometida la placa a una carga de aproximadamente 295 [N] que es el peso del motor, se presenta una deformación menor a 1 [mm], la cual es despreciable.

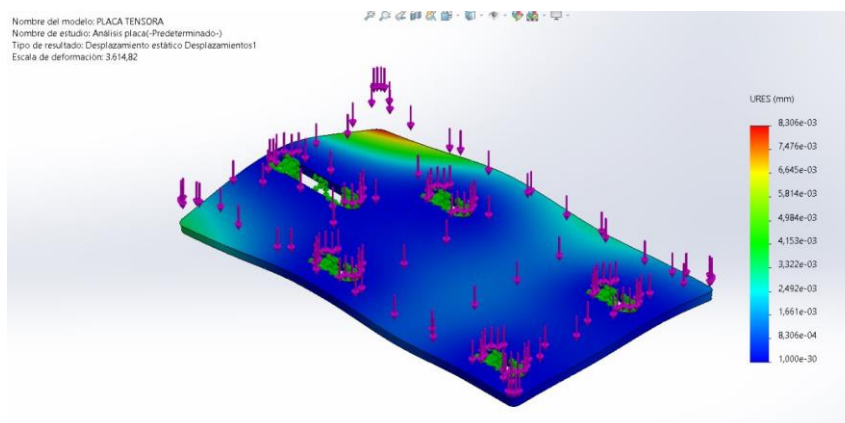


Figura 34: Simulación por elementos finitos placa de soporte. Fuente: Autor

En secciones anteriores se puede observar el resultado de los cálculos de reacciones, diagramas de fuerza cortante y momento flector. En la figura 31 se puede observar el momento flector, este es la principal consideración para la selección del perfil estructural a partir de la teoría de falla de la ecuación 8. Como resultado de esta teoría se obtiene un valor de modulo de inercia, se selecciona un perfil cuadrado de 50x2 mm. En base a una previa investigación bibliográfica se logro concluir se la selección es la correcta para el tipo de operación de la máquina, pues, al ser un tubo cuadrado como soporte disminuye en gran magnitud las vibraciones que pueden presentarse.

Para la sujeción y soporte del motor se seleccionó un sistema de ajuste por pernos con una placa de acero de 6 mm, para el tensado de la banda se construyó un sistema de ajuste con un perno de 10 cm para el recorrido del sistema.

Posterior a la selección del perfil para la estructura de la máquina despulpadora de fruta y el diseño de la placa de soporte del motor, se realizan simulaciones en software de elementos finitos (ANSYS), esto con el propósito de conocer una aproximación de los esfuerzos y deformaciones que se presentarán en los elementos de la estructura una vez la maquina se encuentre trabajando a toda su capacidad.

En la figura 33 se observa la simulación por elementos finitos para la estructura, sometida a una carga de 1 kN/m en cada pórtico, con sus cuatro patas fijas, se obtuvo una deformación de 0.538 [mm], es decir que la estructura al estar sometida a la carga máxima en operación de la máquina, sufre una deformación menor a 1 [mm], por lo que se concluye que la estructura soporta la carga de diseño.

Se puede observar en la figura 34 la simulación por elementos finitos de la placa de soporte del motor, simulando los 4 puntos fijos de los pernos que ajustaran al motor, se la somete a la carga del motor, se obtiene una deformación inferior a 1 [mm], que tiende a ser despreciable, es decir que la placa soporta la carga del motor en operación y no estará generando vibraciones que afecten a la operación de la máquina.

Para la construcción de la estructura de la despulpadora de fruta, se opto por una combinación entre perfil cuadrado y ángulo estructural, ambos del mismo material. Se realizan juntas tipo bisel para la unión de los perfiles mediante soldadura de filete por el proceso de arco eléctrico.

Durante el ensamblaje de la maquina se presentaron necesidades de construir piezas adicionales, como protecciones laterales para evitar que el producto entre en contacto con el perfil de acero estructural, una protección para la polea en caso de que exista un

problema con la banda de transmisión de potencia. Estos últimos componentes se los realizó con acero inoxidable AISI 304, pues en las partes laterales del tamiz el producto tiende a salpicar y es necesario colocar una capa protectora de acero inoxidable.

En la placa de soporte del motor se realizaron varias perforaciones a distintas distancias para colocar el motor de acuerdo a la necesidad del usuario, en caso de que desee colocar una banda de menor longitud o mayor longitud y sea necesario que el motor sea colocado en distintas posiciones.

Finalizado el ensamblaje de la despulpadora de fruta, se procede a verificar que las piezas no presenten interferencias o rozamiento al momento de realizar algún movimiento, simulando la operación de la máquina, esto último de manera manual. Posteriormente, se inician las configuraciones en el tablero de control para la operación de la despulpadora.

De acuerdo a las especificaciones técnicas mencionadas en secciones anteriores se configura la velocidad de operación para el proceso de despulpado, teniendo en cuenta la relación de las poleas que es de 2:1. Se inicia la toma de datos de corriente y voltaje con la máquina en operación.

Se procede a realizar el protocolo de pruebas en vacío, con una carga del 50% de su capacidad y finalmente con el 100% de la carga que soporta la máquina. Finalmente, se realizan cálculos para estimar un porcentaje de pérdidas de producto respecto a la masa de materia prima que ingresa a la máquina.

3.1. RESULTADOS PROTOCOLO DE PRUEBAS

Luego de finalizar la construcción de la máquina despulpadora de frutas, se realizan las respectivas pruebas tomando como referencia las especificaciones técnicas determinadas anteriormente. Así pues, se garantiza que el funcionamiento de la máquina sea el deseado. Se dividieron los ensayos en tres etapas las cuales son: máquina apagada, máquina encendida y en operación. En la sección de anexos se adjuntan los registros de los ensayos.

3.1.1. Ensayo 1: Verificación de máquina apagada

Objetivo: Verificar el correcto montaje de los elementos de la máquina despulpadora de frutas.

Responsable del proceso: Inspector de ensayo.

Conjunto de actividades: Para la ejecución del ensayo 1, se sigue el siguiente proceso:

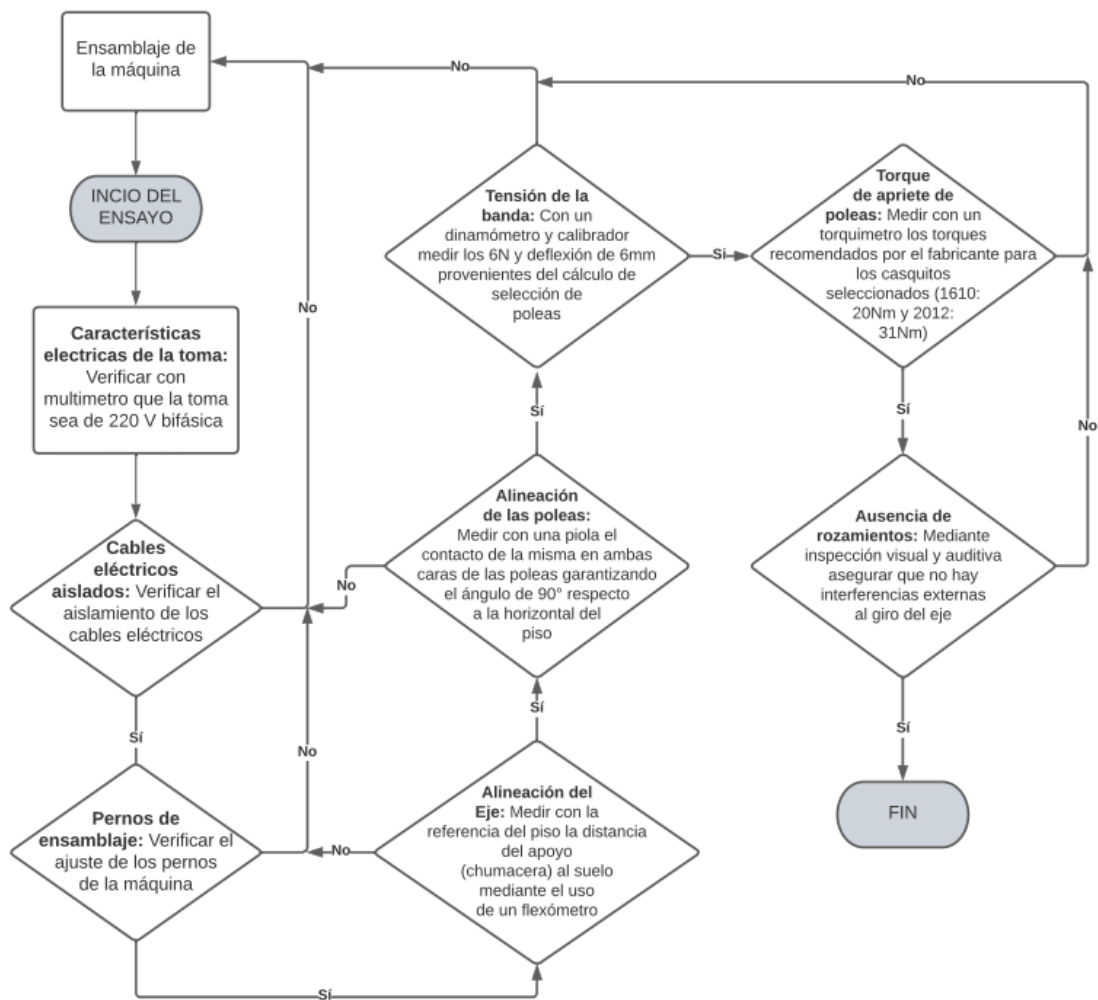


Figura 35: Proceso a seguir para ensayo 1. **Fuente:** Autor.

Nota: Luego de realizar la revisión, si los resultados son correctos, se puede conectar la máquina a energía eléctrica para su funcionamiento.

Entradas

- Máquina ensamblada en su totalidad

Salidas

- Máquina lista para ensayo 2

3.1.2. Ensayo 2: Validación de datos con máquina encendida

Objetivo: Comprobar el correcto funcionamiento de los diferentes elementos de la máquina y corroborar valores de velocidades, amperaje y voltaje.

Responsable del proceso: Inspector de ensayo

Conjunto de actividades: Para la ejecución del ensayo 2 se sigue el siguiente proceso:

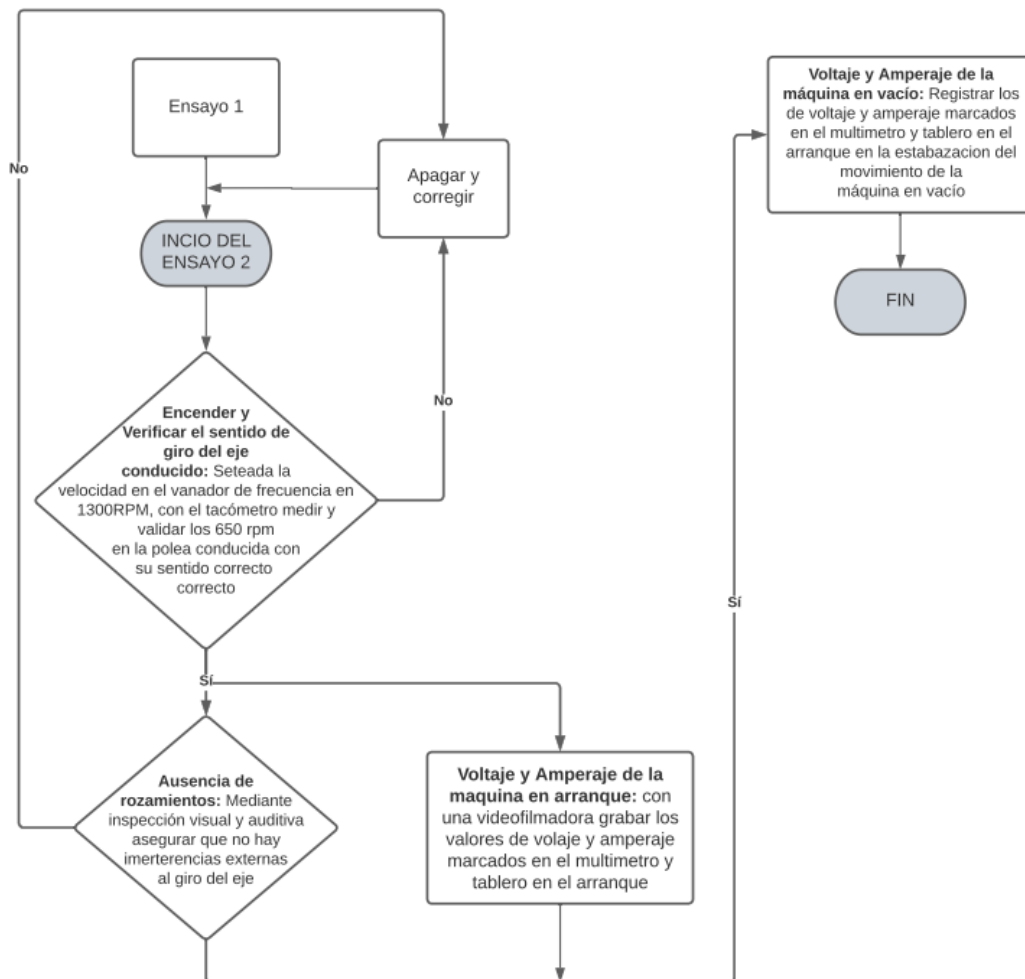


Figura 36: Proceso a seguir para ensayo 2. **Fuente:** Autor.

Nota: Posterior a la revisión, si se obtienen resultados satisfactorios, se puede realizar las pruebas con la máquina trabajando al 50% de carga y posteriormente al 100%.

Entradas

- Máquina con resultados obtenidos del ensayo 1

Salidas

- Máquina lista para ensayo 3

3.1.3. Ensayo 3: Validación de datos con máquina en operación

Objetivo: Verificar los valores de velocidad angular, tiempo, masa, voltaje y amperaje para lograr un correcto funcionamiento de la máquina

Responsable del proceso: Inspector de ensayo

Conjunto de actividades: Para la ejecución del ensayo 3, se sigue el siguiente proceso:

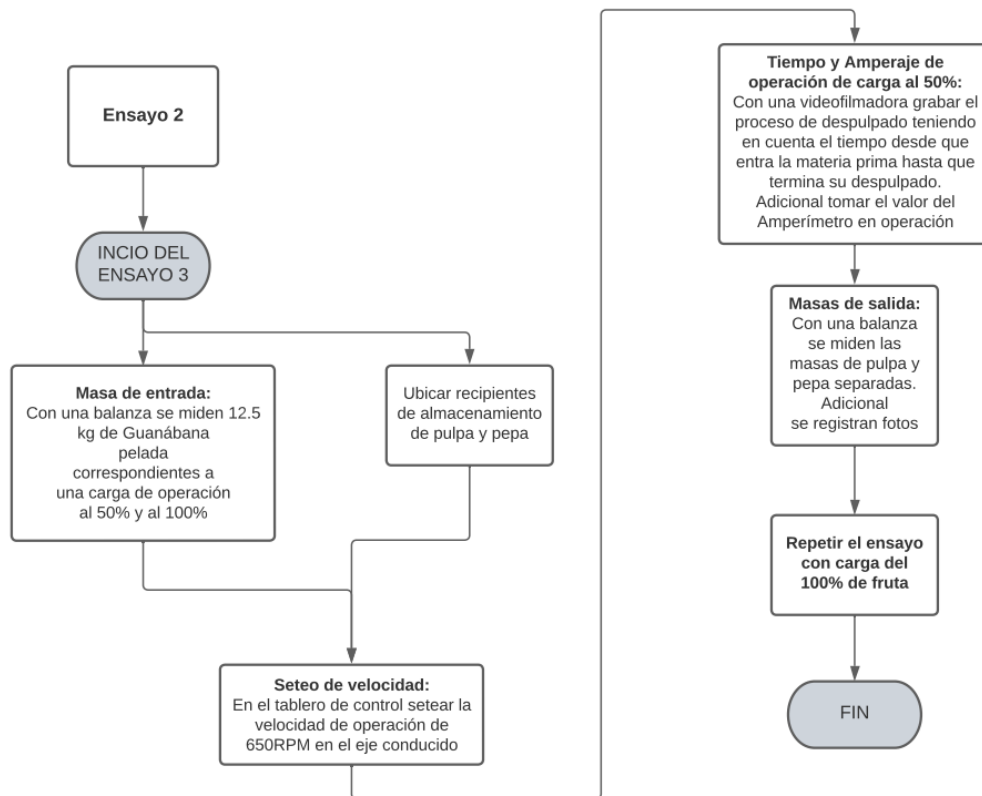


Figura 37: Proceso a seguir para ensayo 3. **Fuente:** Autor.

Nota: Si los resultados obtenidos en el ensayo 3 son correctos, se asegura que la máquina puede trabajar con normalidad.

Entradas

- Máquina con resultados positivos del ensayo 2

Salidas

- Máquina lista para operación normal

Una vez terminados los ensayos, se procede a tabular los datos obtenidos de las 3 mediciones realizadas, se observan en la tabla:

Tabla 21: Resultados obtenidos de los ensayos. **Fuente:** Autor.

Magnitudes	Valores promedio	
Voltaje e intensidad de corriente consumidos en arranque	217.81 [V]	2.6 [A]

Voltaje e intensidad de corriente consumidos en vacío	217.82 [V]	2.6 [A]
Voltaje e intensidad de corriente consumidos en operación	217.80 [V]	3.61 [A]
Velocidad angular del eje conducido	643 [RPM]	
Masa de guanábana pelada de ingreso	4.17 [kg] correspondiente al 50% de carga	8.33 [kg] correspondiente al 100% de carga
Tiempo de despulpado al 50% de carga	2:39 [min]	
Tiempo de despulpado al 100% de carga	4:18 [min]	
Masa de salida de pepa y pulpa correspondiente al 50% de carga	698.61 [g] de pepa	3057.39 [g] de pulpa
Masa de salida de pepa y pulpa correspondiente al 100% de carga	1352.56 [g] de pepa	5894.54 [g] de pulpa

Se adjuntan imágenes de los resultados del protocolo de pruebas:



Figura 38: Ensamblaje de la máquina, de izquierda a derecha Alejandro Chávez, Stalyn Romero, Andrés Guevara. **Fuente:** Autor.



Figura 39: Pulpa obtenida con una carga al 100% de la operación. **Fuente:** Autor.



Figura 40: Recipiente de pepas con una carga al 100%. **Fuente:** Autor.



Figura 41: Puñado de pepas tomado del recipiente. **Fuente:** Autor.



Figura 42: Máquina en operación. **Fuente:** Autor.

Posterior al análisis de los valores se puede verificar que se cumplen con las especificaciones técnicas deseadas. Inicialmente, se realizó un diseño con alimentación de 220V bifásica con un variador de frecuencia, con este se puede cambiar de velocidad sin experimentar una pérdida en el torque. Adicionalmente, se tiene una solución como cambio de tamiz si existe este requerimiento de acuerdo con la fruta a procesar. También, por la configuración realizada para la velocidad de despulpado, el motor trabaja al 76% de su capacidad, este valor no representa un sobrecalentamiento, es por esto que, todos los componentes se aseguran para un trabajo continuo de 8 horas.

Para calcular el flujo de operación con la carga al 100% se divide la masa resultante sobre el tiempo, se obtiene como resultado 28.09 [g/s] o 101.13 [kg/h], esto considerando la masa de la pepa, sin tomar en cuenta la masa de la pulpa atrapada. En cuanto a desperdicio, se obtiene un 9% y 13.1% de pulpa que corresponde al 50% y 100% de la carga de operación respectivamente. Este desperdicio se puede reducir al desprender la pulpa de manera manual o realizando nuevamente el proceso de despulpado con el restante de pulpa.

Se puede observar en la figura 41 que no se presenta una rotura en la pepa de la guanábana luego del proceso de despulpado. En la figura 40 se logra apreciar que existe presencia de pulpa y pepa, esto se debe a características de la fruta, la posible solución es realizar nuevamente el proceso de despulpado.

3.2. CONCLUSIONES

- Se realizó un estudio bibliográfico con el que se logró determinar especificaciones técnicas y obtener criterios para el diseño y la construcción de los componentes de la maquina despulpadora de fruta.
- Se diseñó y se realizó la construcción de los elementos del componente A de la despulpadora de fruta.
- Mediante el software CAD SolidWorks se realizo un modelo 3D para obtener soluciones virtuales de acuerdo con la especificaciones técnicas obtenidas.
- Se elaboró planos de taller y montaje para cada subconjunto y componente que constituye el componente A de la despulpadora de fruta, en este caso, un conjunto, dos subconjuntos y cinco planos de taller.
- Mediante un estudio de mercado y análisis de costos, se logro determinar que el material más económico para el componente A es el acero ASTM A – 36, de esta manera se redujeron gastos.
- Se ensambló los componentes A, B, C, estructura, sistema de potencia y despulpado respectivamente, con el fin de obtener la maquina despulpadora de fruta.
- Se realizó el protocolo de pruebas de la máquina despulpadora de fruta, con resultados satisfactorios, pues, no se presentó una perdida de producto mayor al 5%.
- Se diseñó y posteriormente se construyó la máquina despulpadora de fruta, orientada principalmente a guanábana, obteniendo resultados positivos al momento de entrar en operación con el 100% de su capacidad, no se presento rotura de pepas y las perdidas son menores al 5%.

3.3. RECOMENDACIONES

- Durante la construcción de los componentes, ensamblaje de la máquina y protocolo de pruebas, utilizar equipos de protección personal.
- Se debe tener en cuenta el criterio de técnicos con experiencia en el área para garantizar que la máquina entre en un optimo funcionamiento y no presente problemas a corto plazo.

- Se recomienda realizar un rediseño en los rascadores de nylon, se presenta una acumulación de producto en la parte frontal del tamiz donde no tiene contacto con los rascadores, lo cual genera pérdidas.
- Para cuestiones de montaje, es recomendable soldar tuercas en la parte inferior del tamiz, de esta forma se optimará al momento de realizar limpieza y mantenimiento de la máquina.
- En la medida de lo posible, realizar las conexiones empernadas entre los componentes, de esta manera su montaje será más sencillo en caso de requerirlo.
- Para la regulación de la velocidad de trabajo se debe tener en cuenta el intervalo de 300 – 400 RPM en el eje conducido, para esto, se recomienda analizar la posibilidad de emplear una relación de poleas de 3:1.
- El mantenimiento se recomienda realizarlo cada 3 meses de manera preventiva, verificando ajustes en pernos en los distintos subconjuntos que presenta la despulpadora.

REFERENCIAS

- [1] «Euroinnova,» [En línea]. Available: <https://www.euroinnova.ec/blog/disenomecanico..> [Último acceso: 15 Septiembre 2022].
- [2] «Blog ESSS,» [En línea]. Available: <https://www.esss.co/es/blog/metodo-de-los-elementos-finitos-que-es/>. [Último acceso: 23 Octubre 2022].
- [3] SUMITEC, «Acero Estructural ASTM A - 36,» SUMITEC, Costa Rica, 2013.
- [4] «Concreacero,» 2014. [En línea]. Available: <https://concreacero.com.co/soldadura-de-estructuras-metalicas/#:~:text=Tambi%C3%A9n%20conocido%20como%20soldadura%20por,soldadura%2C%20debido%20a%20su%20simplicidad..> [Último acceso: 16 Septiembre 2022].
- [5] «Despulpadora de frutas blog,» [En línea]. Available: <https://despulfructpa.blogspot.com/>. [Último acceso: 21 Septiembre 2022].

- [6] L. M. Tirira Suárez y D. O. Castro Macas, «Diseño y construcción de una máquina despulpadora de frutas,» Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2014.
- [7] M. Alamanza Mosqueda, «Diseño y desarrollo tecnológico de un prototipo de un molino despulpador de mango,» *Alamanca*, vol. 1, nº 2, pp. 273 - 278, 2016.
- [8] C. Pinzon y J. Cerón, «Procesamiento de alimentos,» Bogota D.C , 2015.
- [9] TOMASI, «Despulpadora de frutas DPT-50,» TOMASI, Sao Leopoldo, 2009.
- [10] «ZUMEX food engineering,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.zumexfoodengineering.com/es/producto/despulpadora>. [Último acceso: 2 Noviembre 2022].
- [11] C. Ribba, *Diseño Concurrente*, Catalunya: Universidad Politécnica de Catalunya, 2002.
- [12] DIPAC, *Catálogo general de productos*, Manta: DIPAC, 2022.
- [13] L. Carvajal, *Metodología de la Investigación Científica. Curso general y aplicado*, 28 ed., Santiago de Cali: U.S.C., 2006, p. 139.

ANEXOS

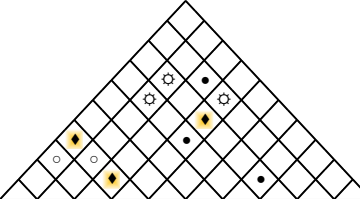
ANEXO I: CASA DE CALIDAD

CASA DE LA CALIDAD "DESPULPADORA DE FRUTAS"

Compromisos técnicos	
Muy positivo	●
Positivo	○
Negativo	◆
Muy negativo	⊛

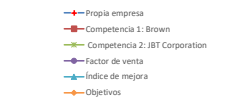
Correlaciones	
Fuerte	●
Mediana	○
Baja	▽

Tipo de demanda	
Básico	B
Unidimensional	O
Estimulante	E



Fila #	Gráfica porcentaje	Ponderación porcentual	Importancia	Tipo de demanda	Voz del usuario (necesidades y deseos)	Columna #										Fila #				
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	8%	3	B	Fácil manejo	●			▽												
2	8%	3	E	Fácil de transportar	▽	●	▽	▽			▽	●								
3	11%	4	E	Fácil mantenimiento	○		●	○					●							
4	14%	5	O	Precio Asequible	○	▽	▽	●	▽	▽	●		●	○						
5	14%	5	B	Evitar mezcla de pulpa con semilla				○	●											
6	11%	4	O	Bajo costo de operación	○		●	●		○	○		▽	▽						
7	8%	3	B	Que procese bastante pulpa		○	▽	●		●	●	○	▽							
8	8%	3	O	Máquina mediana	▽	●	▽	●		●	●	●								
9	11%	4	E	Que no se desgaste rápido			●	▽					●							
10	6%	2	O	Que no sea ruidosa			○	○					○	●						

Evaluación técnica de la competencia	Columna #	Valores de referencia												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Propia empresa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Competencia 1	6	1	4	1	4	1	4	1	6	4	6	3		
Competencia 2	6	1	2	1	4	1	6	5	6	6	3			



10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

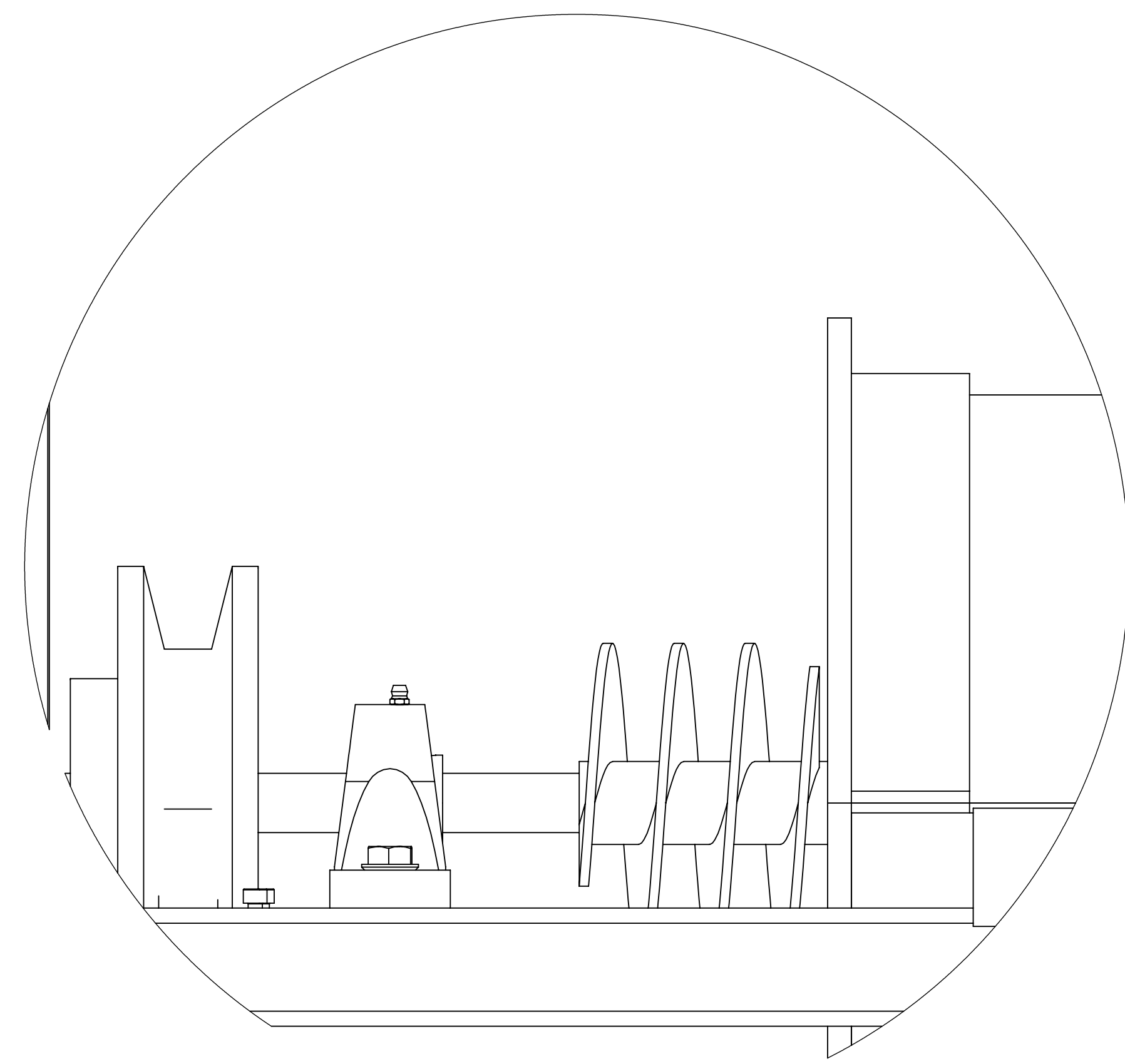
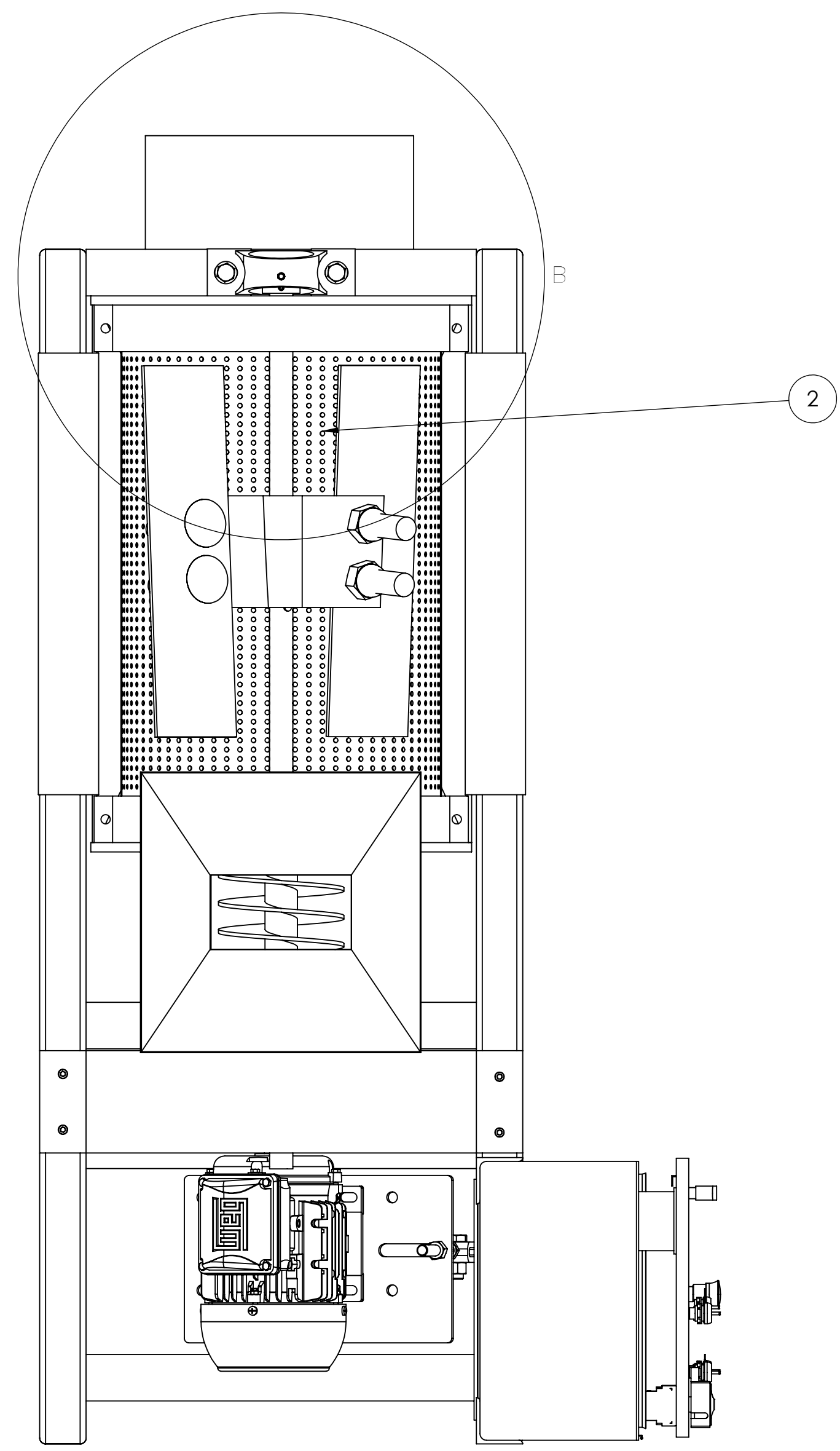
ANEXO II: RESULTADOS PROTOCOLO DE PRUEBAS

PROTOCOLO DE PRUEBAS

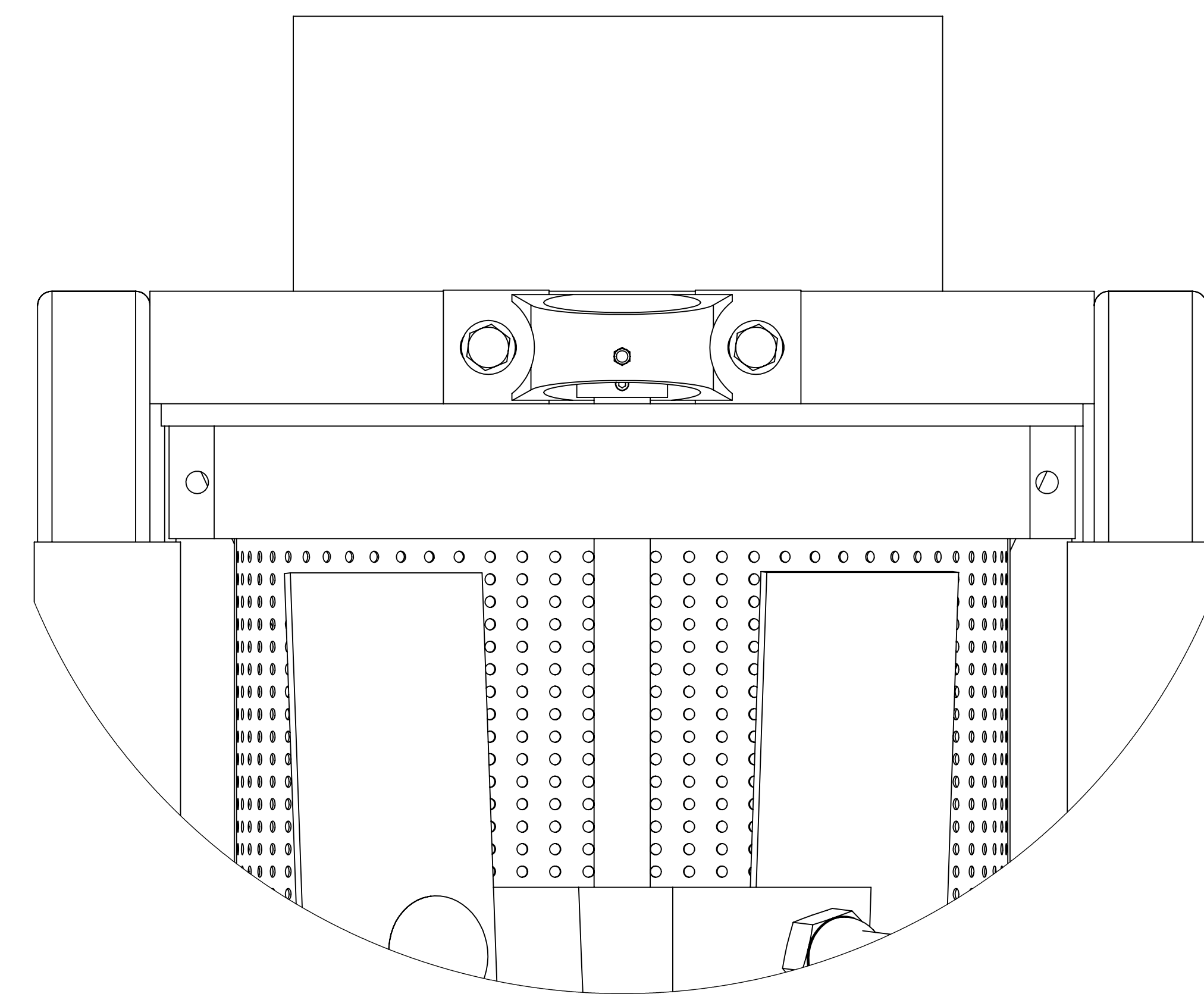
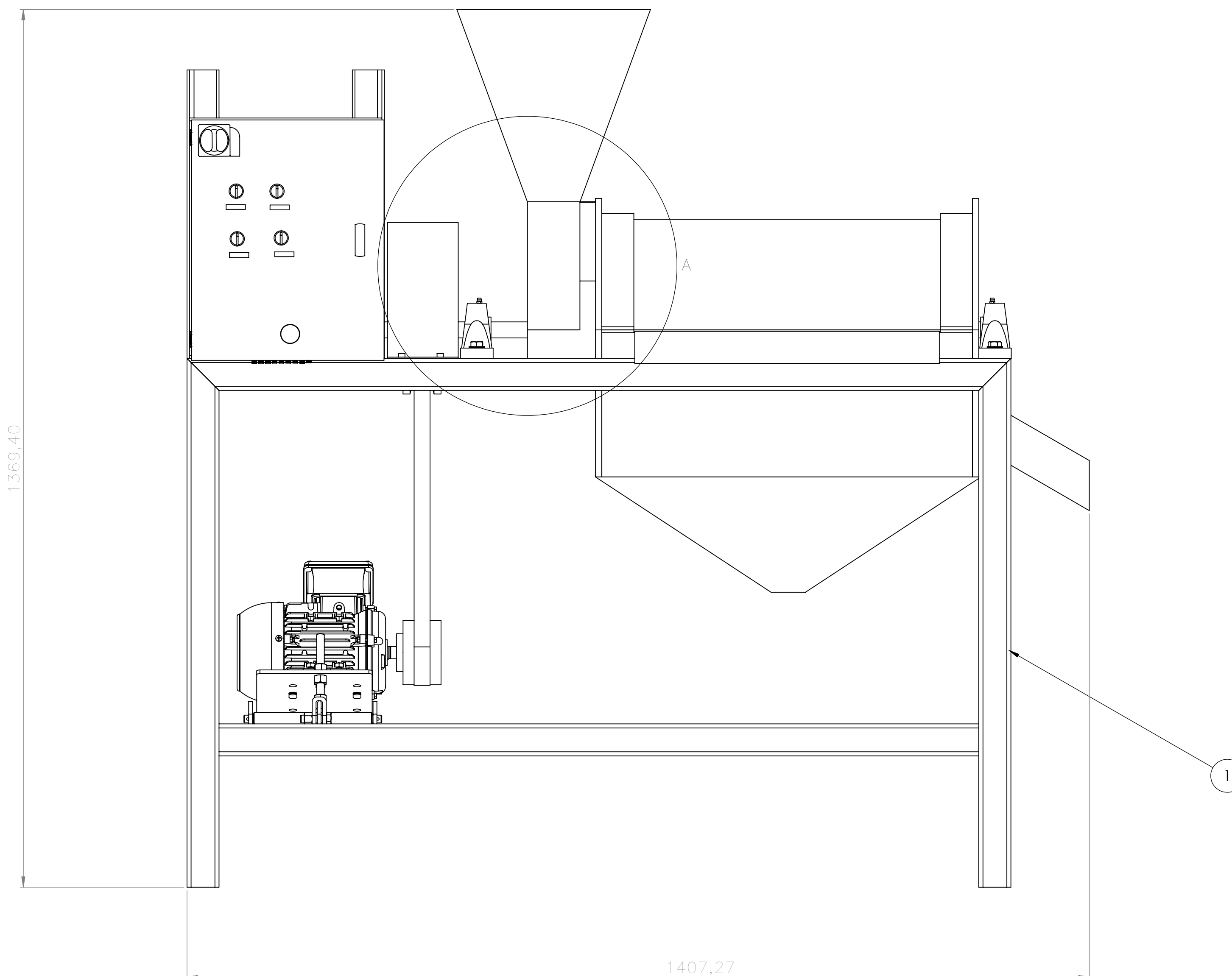
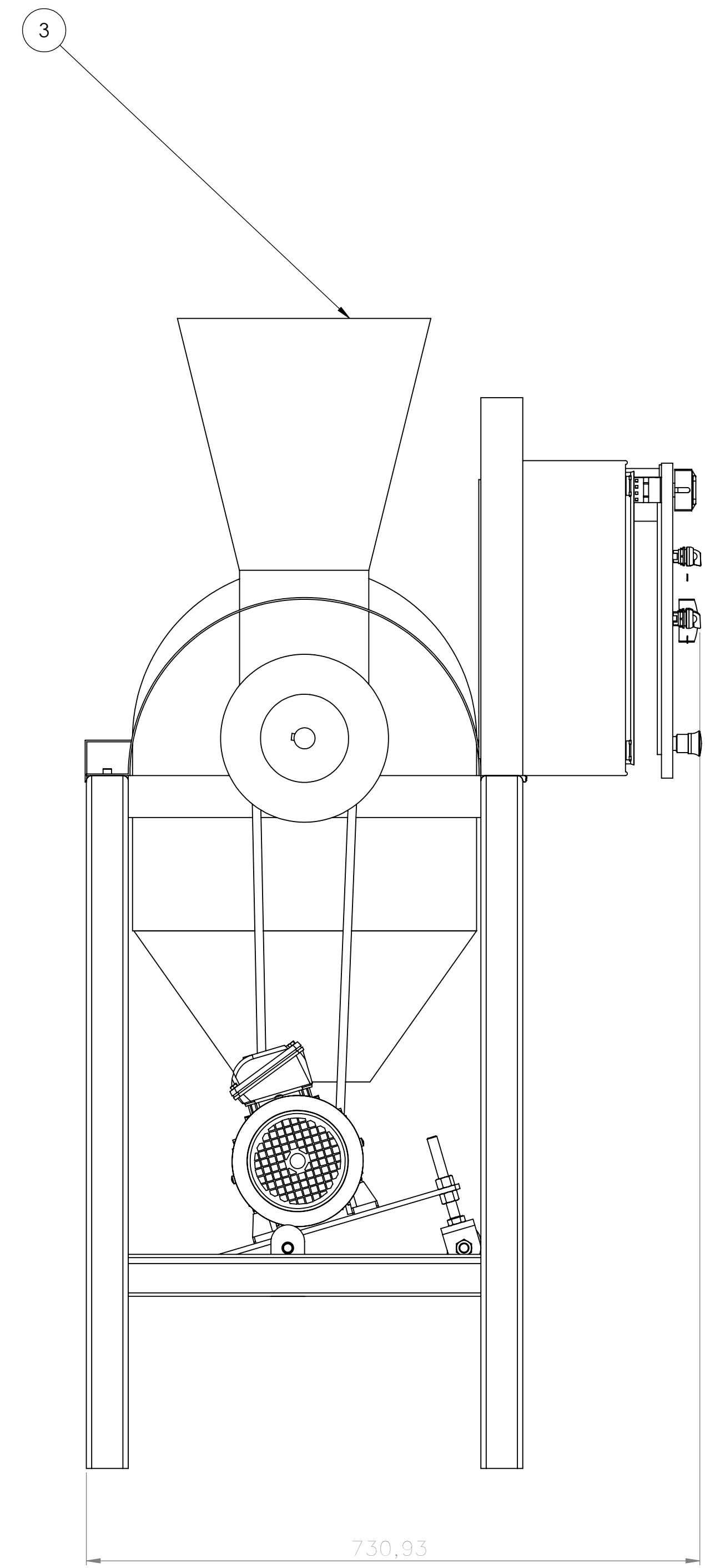
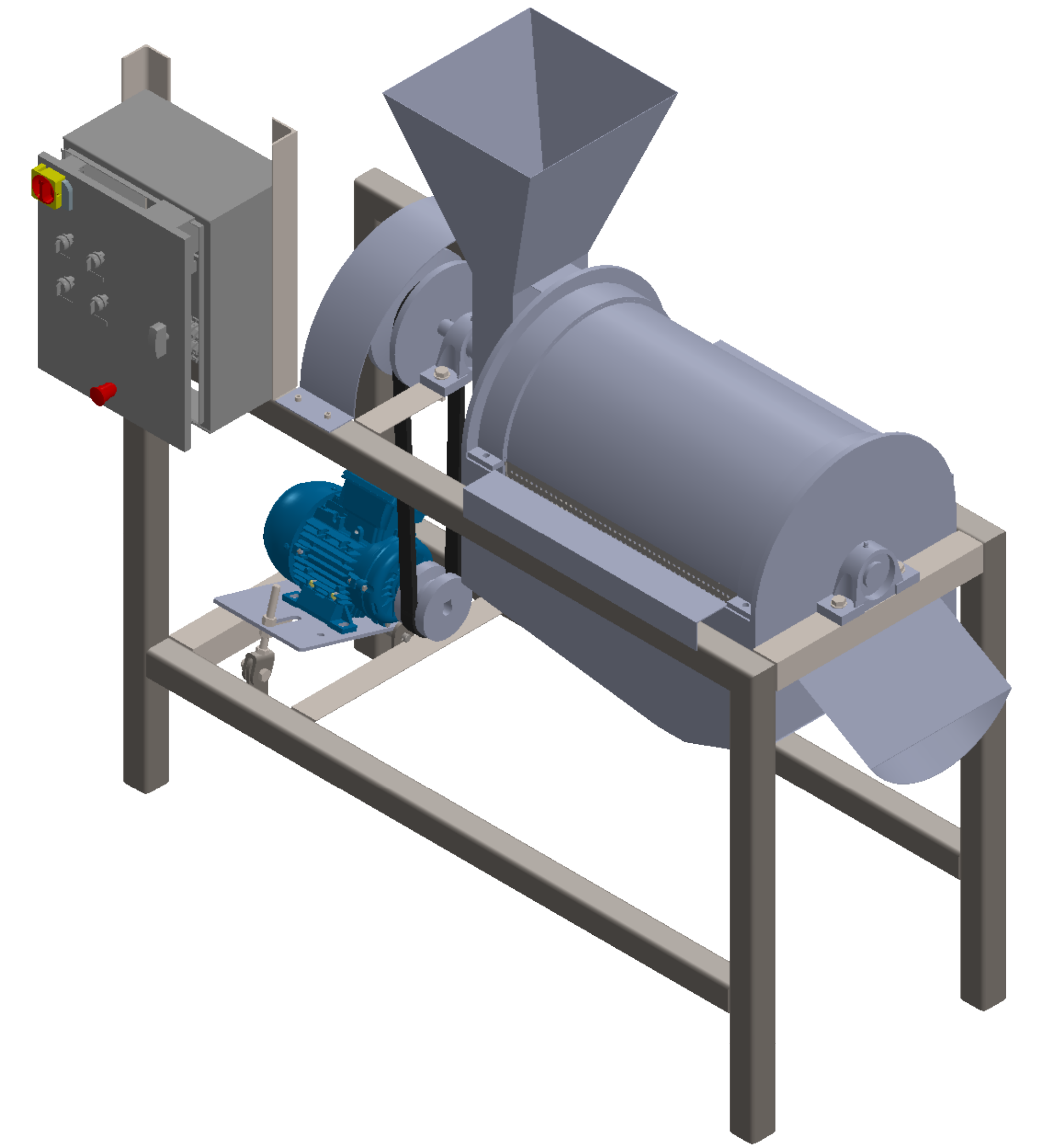
MAQUINA:	DESPULPADORA DE FRUTA	FECHA:	18/2/2023
ESTUDIANTES	Romero Stalyn	PROFESOR:	Ing. Mario Cesén, M.Sc.
	Guevara Andrés	HORA INICIAL	8:00 a. m.
	Chávez Alejandro	HORA FINAL	17:30 a. m.

LISTA DE VERIFICACIÓN DE ESTADO DE LA MÁQUINA ANTES DEL INICIO DE PRUEBAS (MÁQUINA DESCONECTADA)			
ASPECTO DE INSPECCIÓN		CHEQUEO	OBSERVACIÓN
Verificación de las características eléctricas de la toma eléctrica		✓	
Verificación que no existan cables electricos no aislados		✓	
Verificación de ajuste de pernos de ensamblaje de componentes		✓	
Verificación de alineación de eje		✓	
Verificación de alineación de poleas		✓	
Verificación de torque de apriete de poleas		✓	SPA 1610 20Nm y 2012 31Nm
Verificación de tensión de banda		✓	sigma=6.88mm; K=6 N
Verificación de ausencia de rozamientos y elementos ajenos a la trayectoria entre elementos móviles		✓	
TOMA DE DATOS (MÁQUINA CONECTADA Y ENCENDIDA)			
ASPECTO DE INSPECCIÓN		PARÁMETRO	OBSERVACIÓN
Encender máquina		✓	
Verificación de sentido de giro del eje conducido		✓	
Verificación del número de rpm de la polea del motor		✓	Configuración en 1300 RPM
Verificar el número de rpm de la polea conducida		643 RPM	650 RPM
Verificar del movimiento de las partes de la máquina previa a la carga		✓	
Voltaje e Intensidad de corriente eléctrica del motor en arranque		217,81 [V] - 2,6 [A]	$P=(2/3^{0.5}) \cdot V \cdot I \cdot \cos\phi$; $\cos\phi=0.78$
Voltaje e Intensidad de corriente eléctrica del motor en vacío (sin producto)		217,82 [V] - 2,6 [A]	
FUNCIONAMIENTO (MÁQUINA EN OPERACIÓN) PARA OBTENER PULPA DE GUANÁBANA			
ASPECTO DE INSPECCIÓN		PARÁMETRO	OBSERVACIÓN
Medir 4,17 kg de Guanábana sin cáscara a despulpar correspondientes a media carga		✓	
Medir 8,33kg de Guanábana sin cáscara a despulpar correspondientes a una carga		✓	
Ubicar recipientes de obtención de pulpa y pepas		✓	
Verificación del número de rpm de la polea del motor		✓	
Medición del tiempo de despulpado con carga al 50% hasta que salgan todas las pepas		2:39 [min]	
Intensidad de corriente eléctrica del motor en operación al 50%		3,61 [A]	
Medición del tiempo de despulpado con carga al 100% hasta que salgan todas las pepas		4:18 [min]	
Intensidad de corriente eléctrica del motor en operación al 100%		3,61 [A]	
Medir las masas de salida con carga al 50%		698,61 - 3057,39	Pepa y pulpa respectivamente
Medir las masas de salida con carga al 100%		1352,56 - 5894,54	Pepa y pulpa respectivamente
Fotografías de resultado del despulpado		✓	Para verificación del 5% de rotura en la pepa y el 5% de pulpa en la pepa

ANEXO III: PLANOS DE CONJUNTO, SUBCONJUNTO Y TALLER

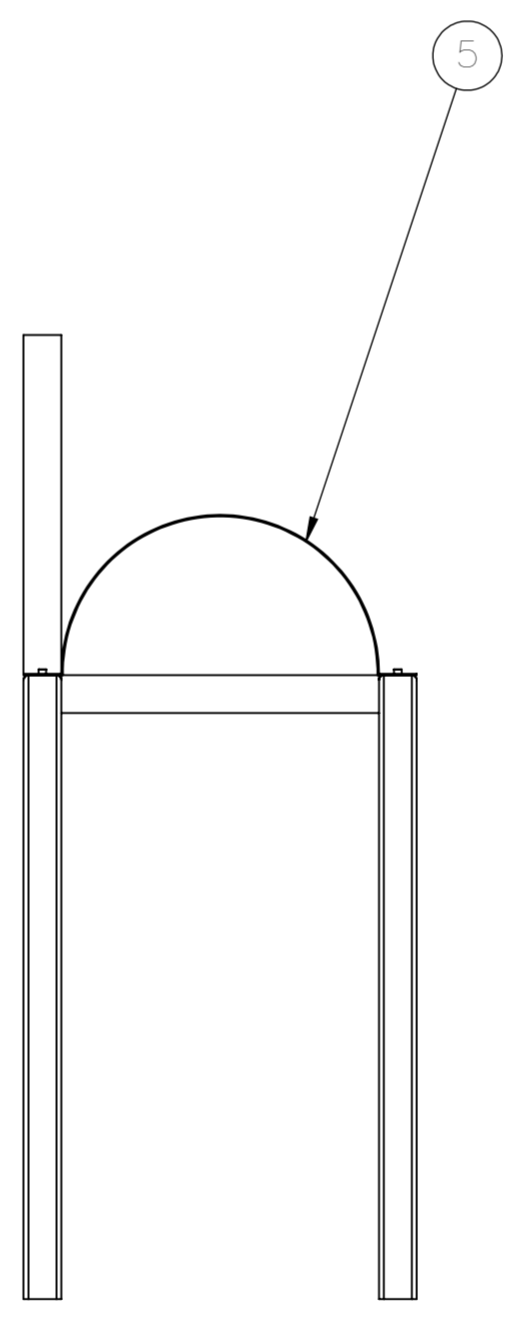
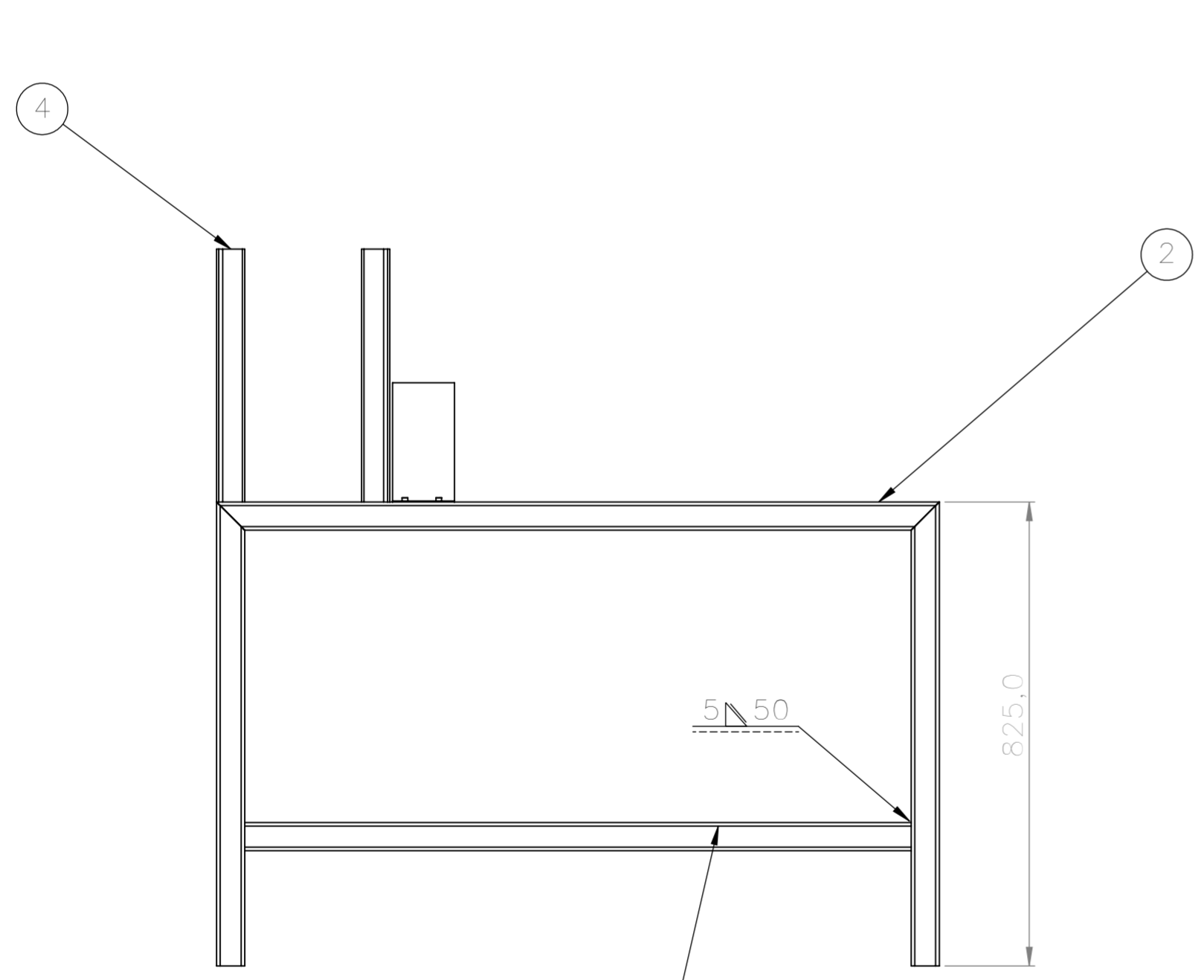
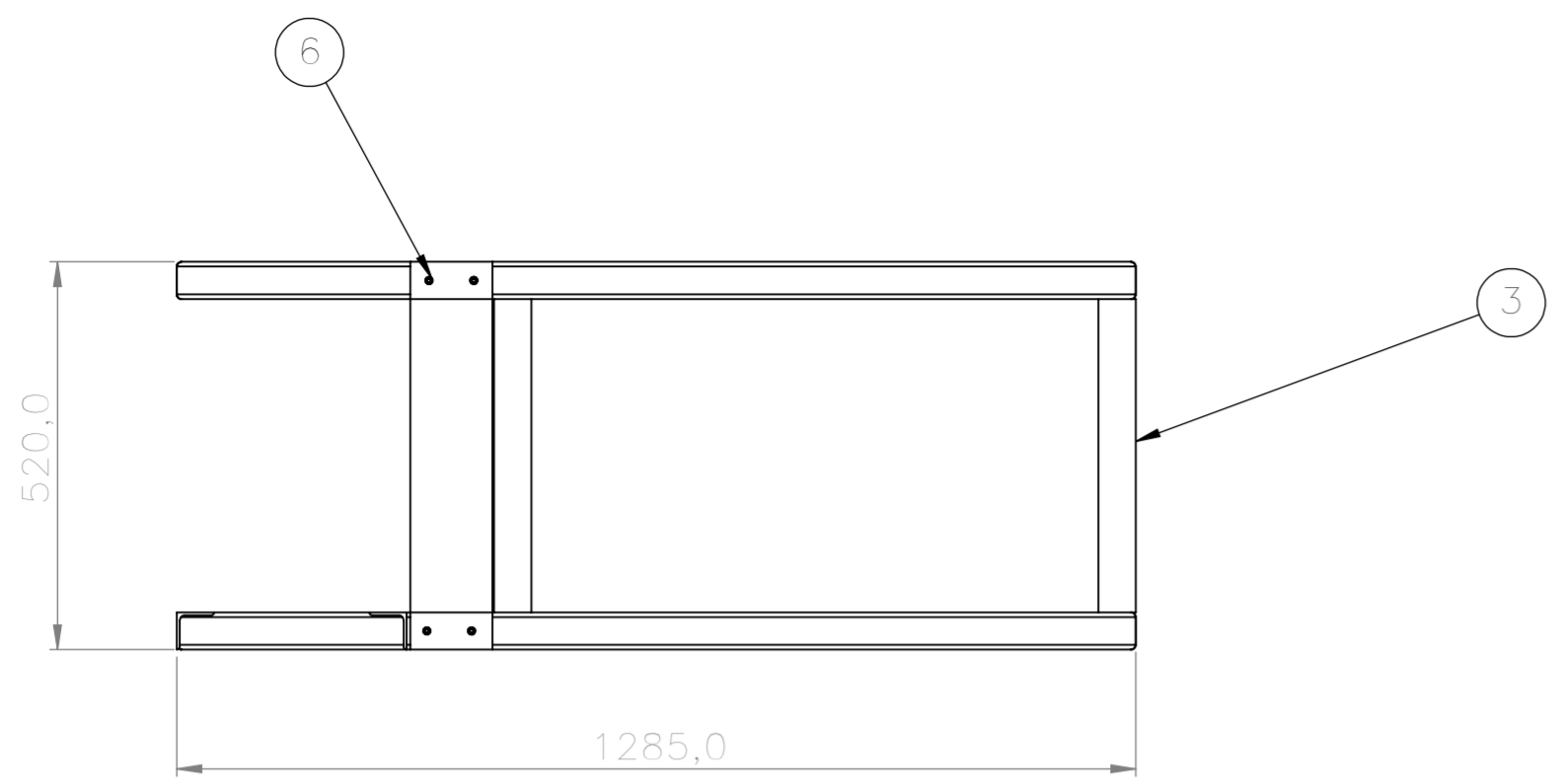


DETALLE A
ESCALA 1 : 2



DETALLE B
ESCALA 1 : 2

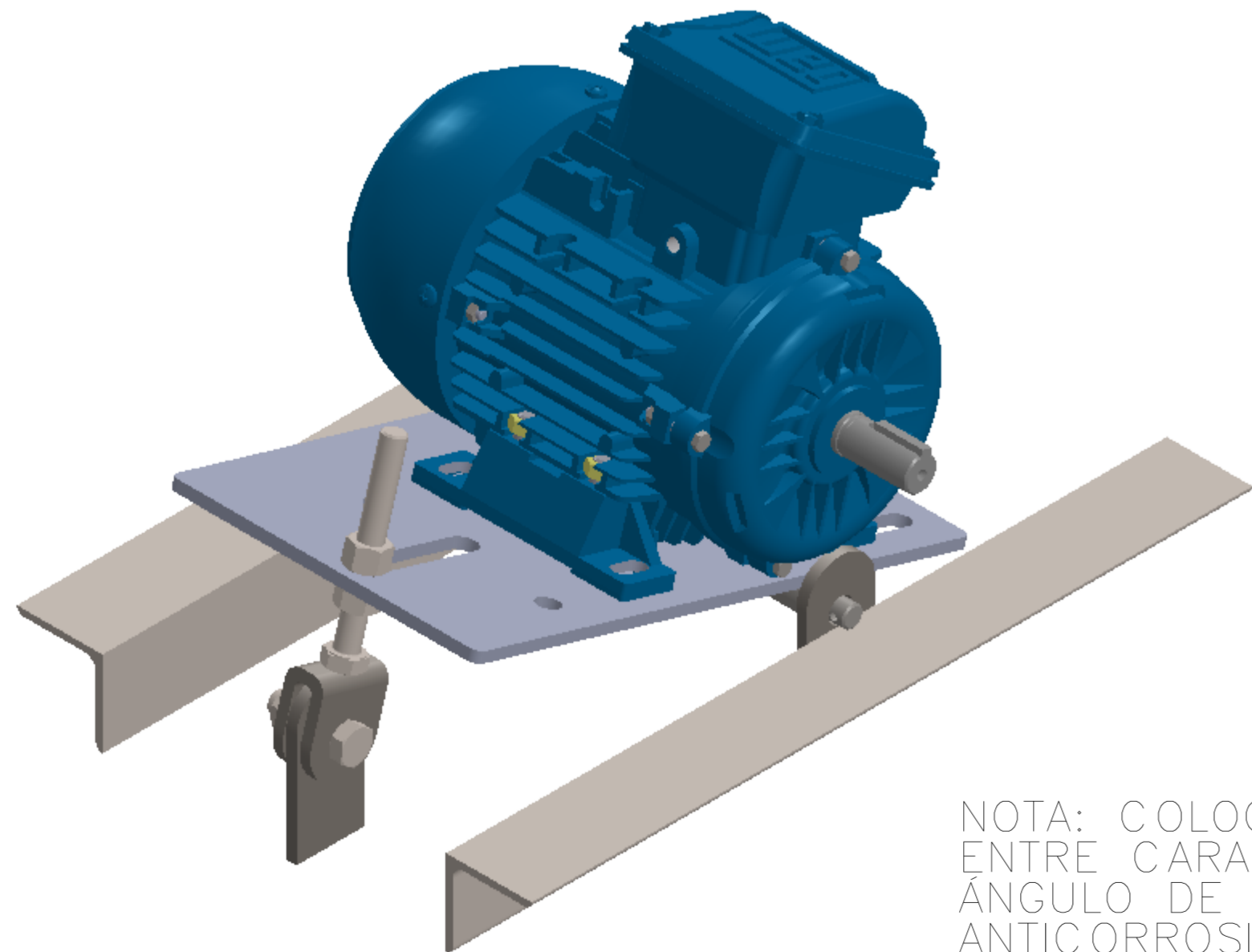
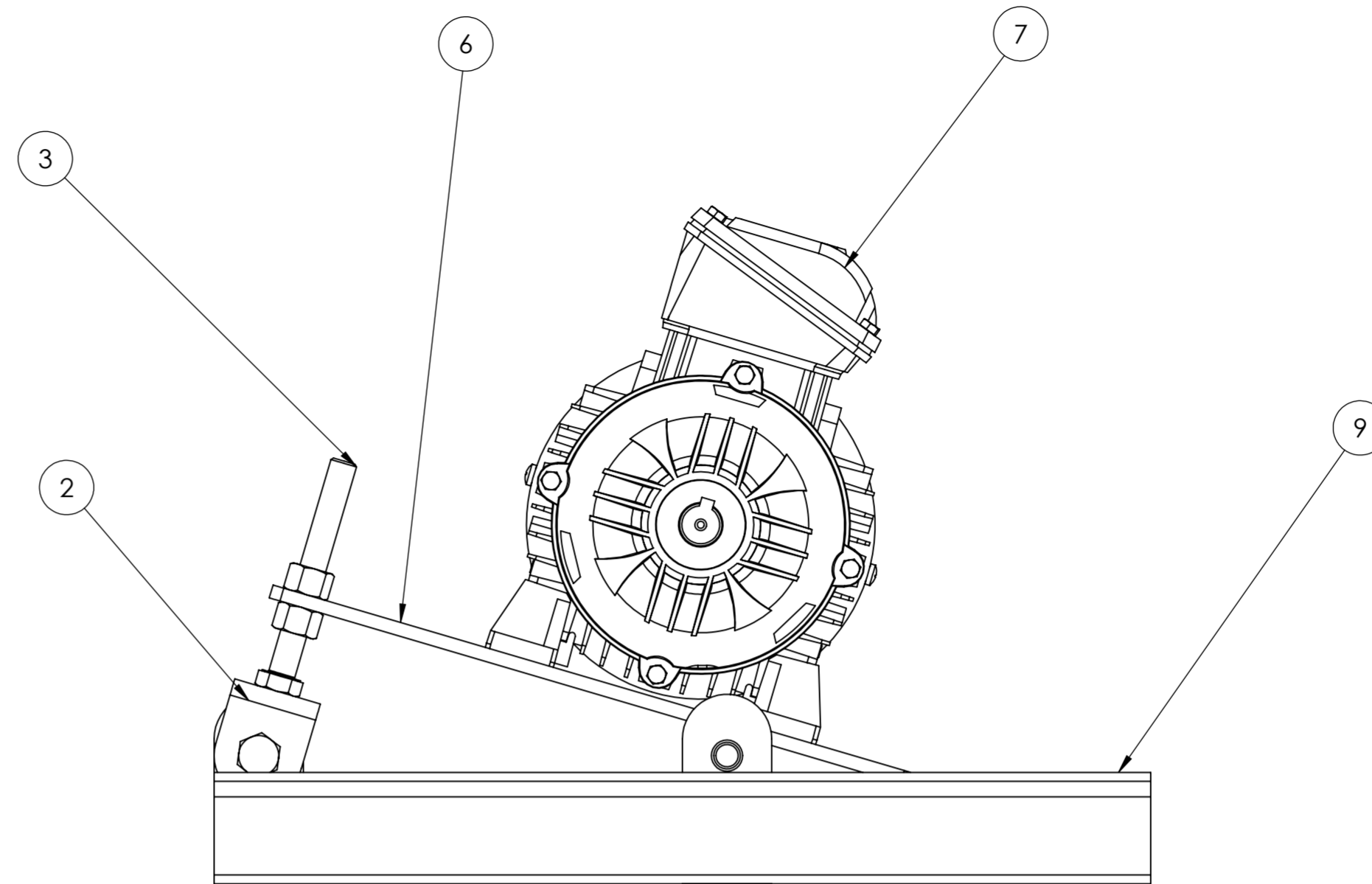
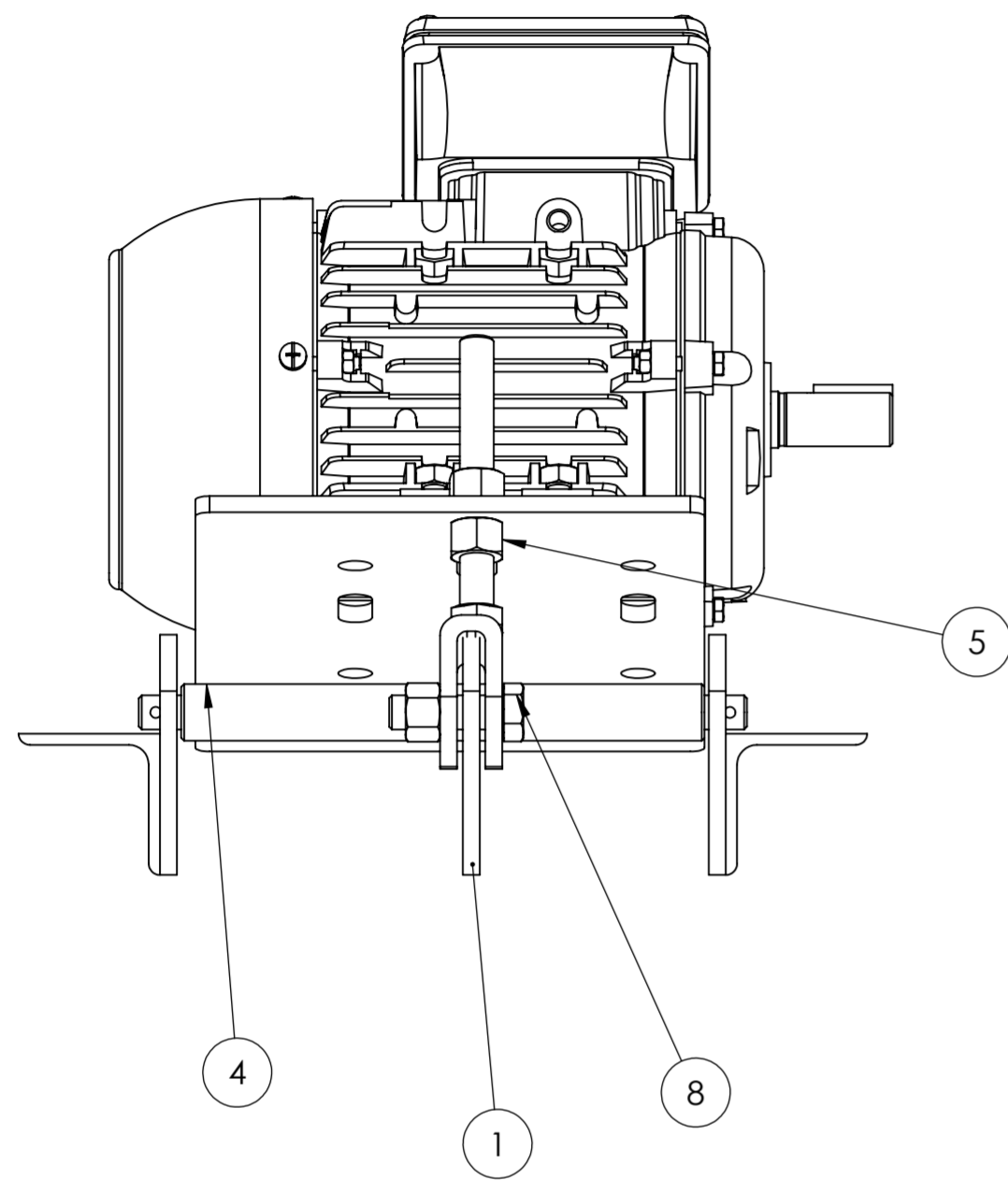
3	1F	COMPONENTE C	STALYN ROMERO	10	VARIOS MATERIALES	TOTAL 10 COMPONENTES
2	4B	COMPONENTE B	ANDRES GUEVARA	10	VARIOS MATERIALES	TOTAL 10 COMPONENTES
1	10K	COMPONENTE A	ALEJANDRO CHAVEZ	6	VARIOS MATERIALES	TOTAL 6 COMPONENTES
N°	ZONA	DENOMINACION	PLANO Y/O NORMA	CANT.	MATERIAL	OBSERVACION
EPN			FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	Dib. Fabian Alejandro Chavez Dib. Fabian Alejandro Chavez Rev. Ing. Mario Cesen, Msc.		Escal: 1:10
DESPELPADEORA DE FRUTAS			DF-CA-P-001		Fecha: 10/2/23	



NOTA: UNIR LOS PERFILES ESTRUCTURALES MEDIANTE SOLDADURA. ELIMINAR ARISTAS VIVAS. LA SOLDADURA ES LA MISMA EN TODAS LAS UNIONES. RECUBRIR CON PINTURA ANTICORROSIVA.

N.º	ZONA	DENOMINACIÓN	PLANO Y/O NORMA	CTD.	MATERIAL	OBSERVACIÓN
6	2A	ISO 4762 M6 x 16 - 16N	ISO	4	ACERO INOXIDABLE	
5	5D	PROTECCION POLEA	P-201	1	ACERO AISI 304	
4	1D	ANGULO ESTRUCTURAL 50x50x4 mm	ISO	2	ACERO ASTM A-36	DISTANCIA DE ANGULO DE 450 mm
3	3B	ANGULO ESTRUCTURAL 50x50x4 mm	ISO	2	ACERO ASTM A-36	DISTANCIA DE ANGULO DE 420 mm
2	3E	PERFIL CUADRADO 50x2 mm	ISO	6	ACERO ASTM A-36	DISTANCIA DE 1285 mm Y 825 mm
1	2E	PERFIL CUADRADO 50x2 mm	ISO	2	ACERO ASTM A-36	DISTANCIA BASE DE 1185 mm

EPN	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	Dib. Fabian Alejandro Chávez	Escala: 1:10
		Dis. Fabian Alejandro Chávez	
ESTRUCTURA DESPULPADORA DE FRUTAS		Rev. Ing. Mario Cesén, Msc	Fecha: 20/1/23
		DF-CA-P-002	



NOTA: COLOCAR ÁNGULOS CON ANCHO ENTRE CARAS DE 20 CM Y LARGO DE CADA ÁNGULO DE 42 CM. RECUBRIR CON PINTURA ANTICORROSIVA.

9	6C	ÁNGULO 50x4x420 mm	ISO	2	ACERO ASTM A-36	
8	2C	ISO 4017 - M12 x 40-N	ISO	1	ACERO ASTM A-36	
7	5B	MOTOR SIEMENS 1 HP	SIEMENS	1		
6	5C	PLACA TENSORA	P-304	1	ACERO ASTM A-36	
5	2B	ISO - 4034 - M12 - N	ISO	3	ACERO ASTM A-36	
4	2C	EJE BASE DE PLACA TENSORA	P-303	1	ACERO AISI 1020	
3	4B	ISO 4014 - M12 x 100 x 100-N	ISO	1	ACERO ASTM A-36	
2	4C	BRIDA TEMPLADOR	P-302	1	ACERO ASTM A-36	
1	2C	OREJA PLACA TENSORA	P-301	3	ACERO ASTM A-36	
N°	ZONA	DENOMINACIÓN	PLANO Y/O NORMA	CNT.	MATERIAL	OBSERVACIÓN

EPN

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

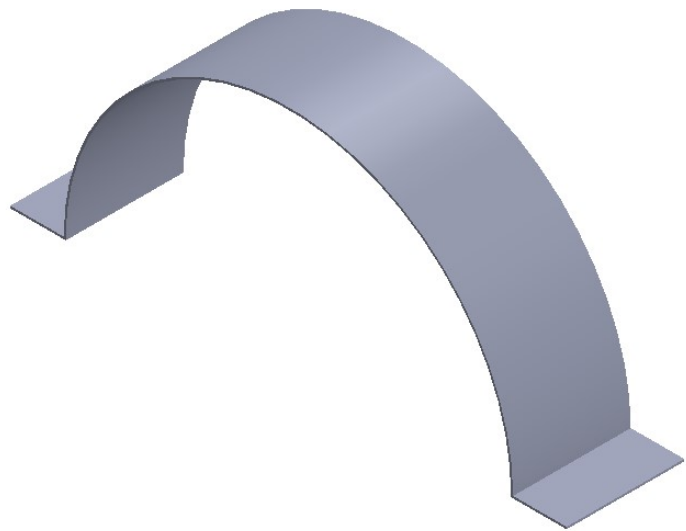
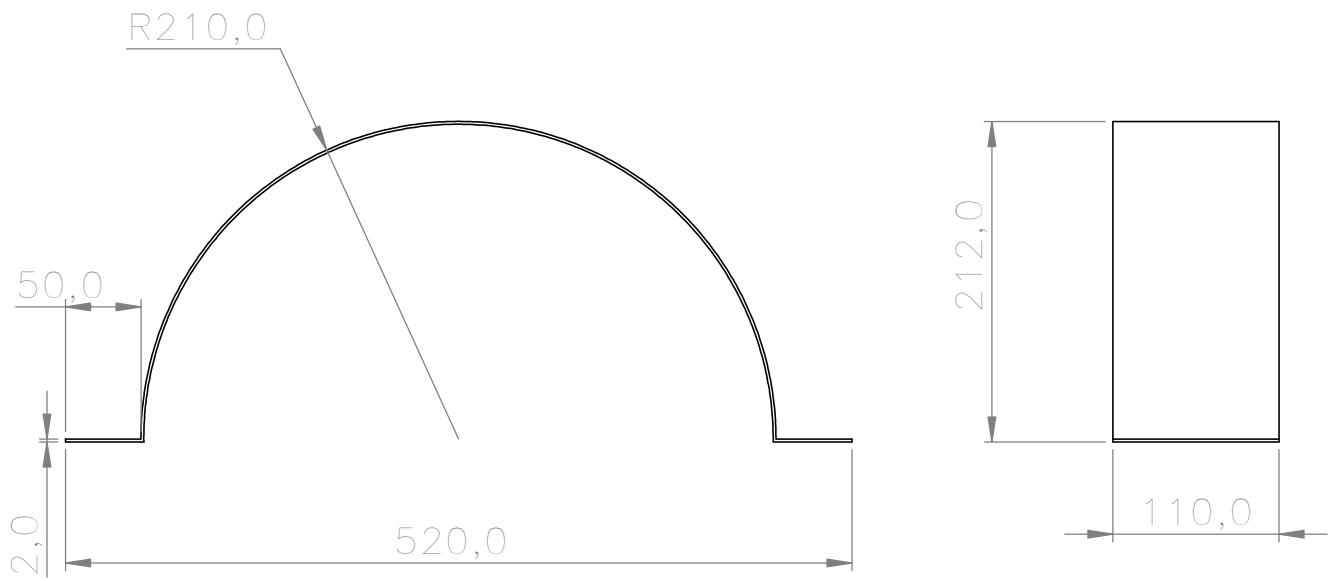
Dib. Fabian Alejandro Chávez
Dis. Fabian Alejandro Chávez
Rev. Ing. Mario Cesén, Msc

Escala:
1:2.5

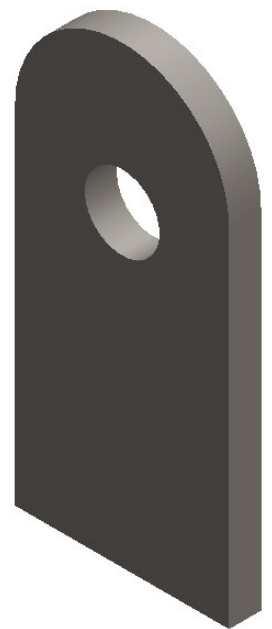
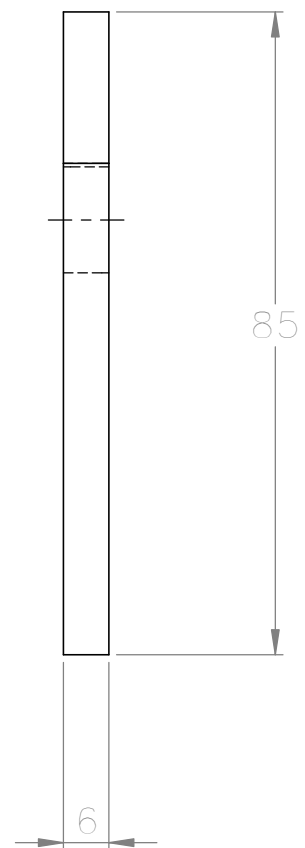
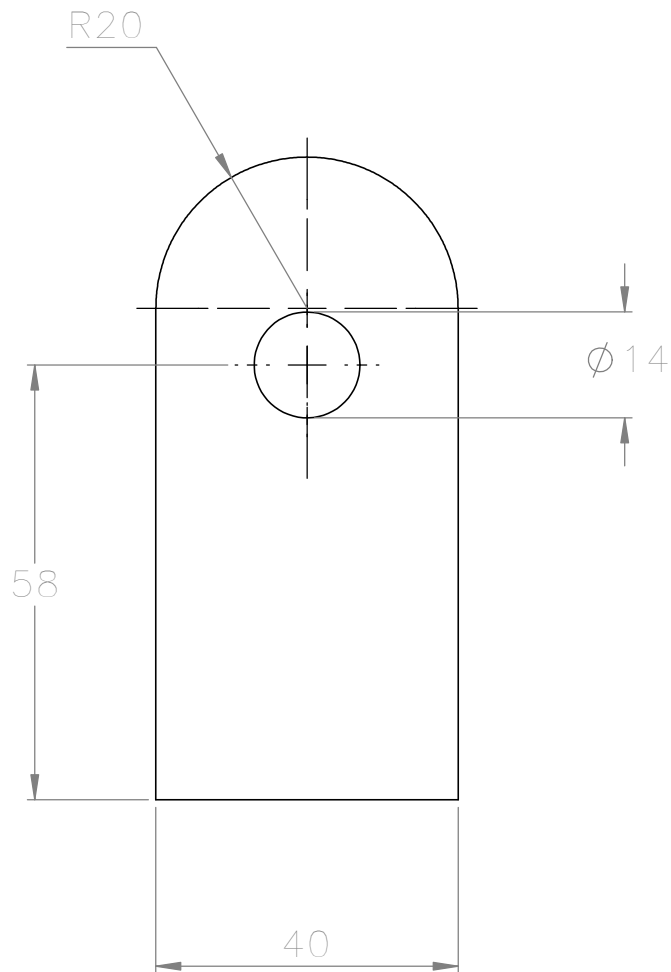
SISTEMA DE TENSADO DE BANDAS

DF-CA-P-003

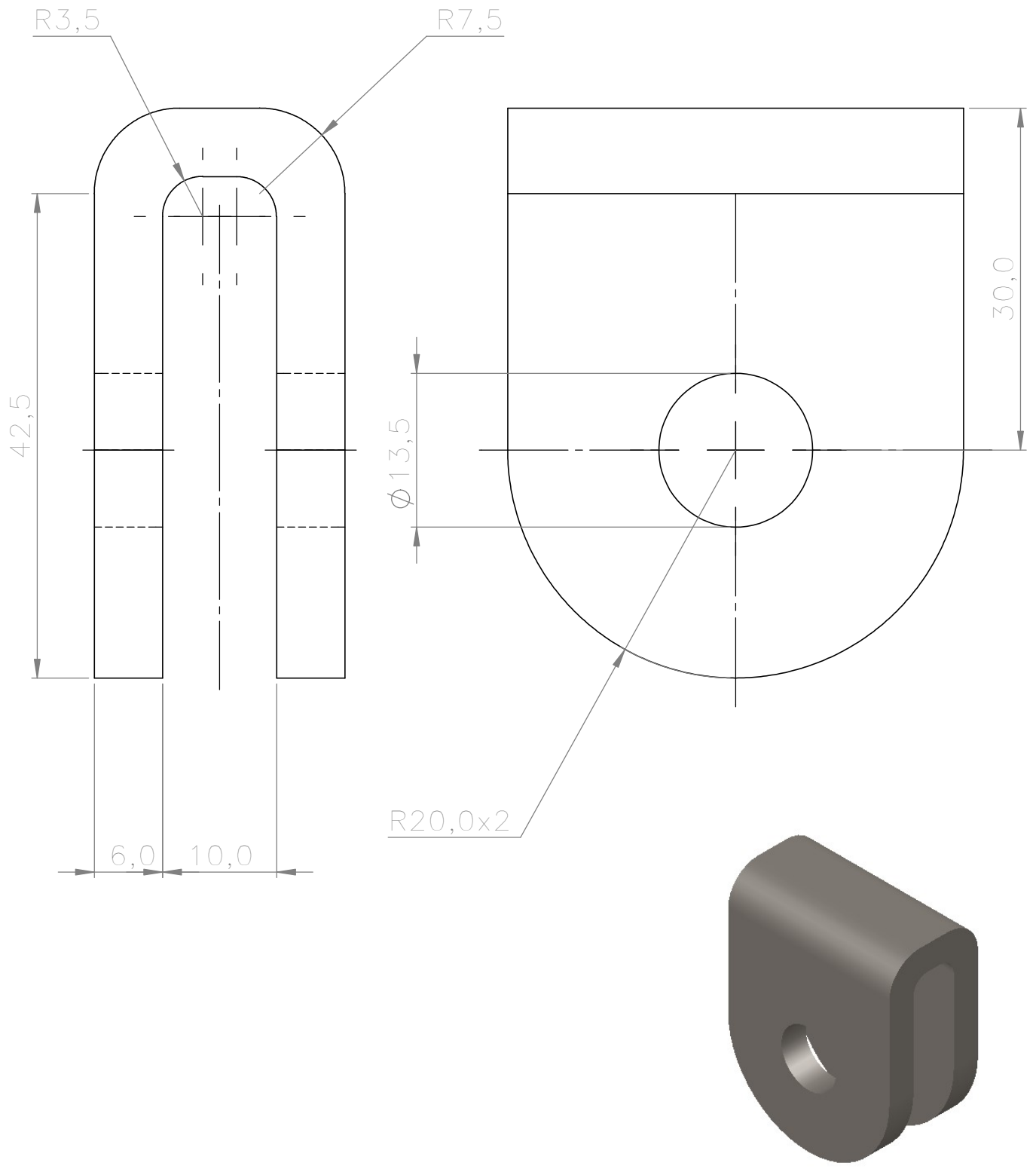
Fecha:
15/2/23



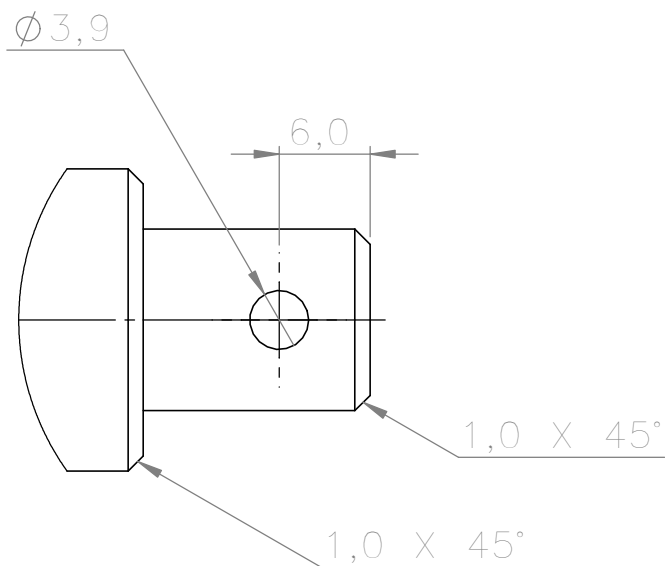
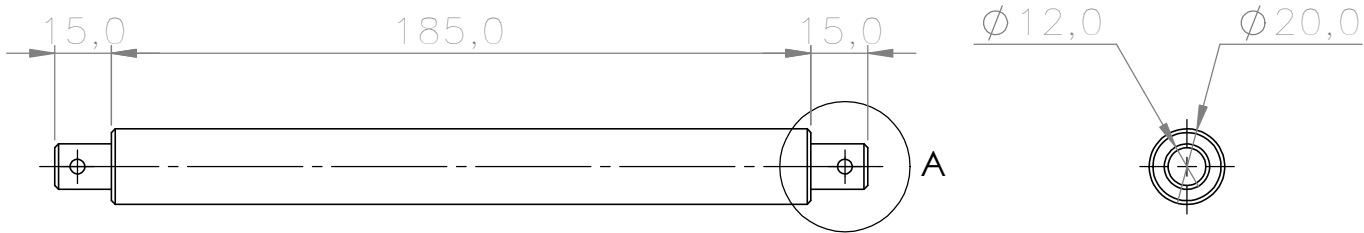
Trat. Térmico: Ninguno		EPN	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA	
Recubrimiento: Ninguno				
MATERIAL: ACERO AISI 304		Tol. Gral. ±0.1	Escala: 1:5	Dib. Fabian Alejandro Chávez
				Dis. Fabian Alejandro Chávez
				Rev. Ing. Mario Cesén, Msc.
PROTECCIÓN POLEA			DF-CA-P-201	Fecha: 19/2/23



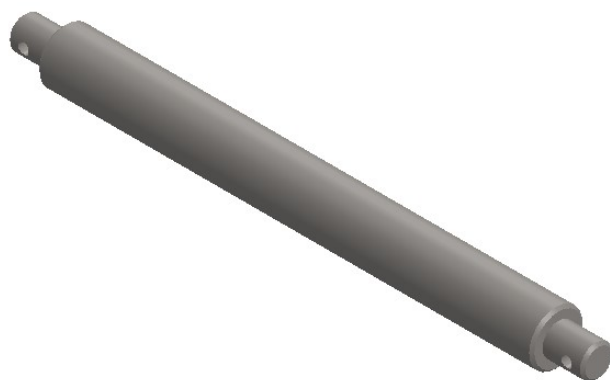
Trat. Térmico: Ninguno		EPN	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA	
Recubrimiento: Pintura Anticorrosiva				
MATERIAL: ACERO ASTM A36		Tol. Gral. ±0.1	Escala: 1:1	Dib. Fabian Alejandro Chávez
				Dis. Fabian Alejandro Chávez
			Rev. Ing. Mario Cesén, Msc.	Fecha: 14/1/23
OREJA PARA BRIDA TENSORA			DF-CA-P-301	



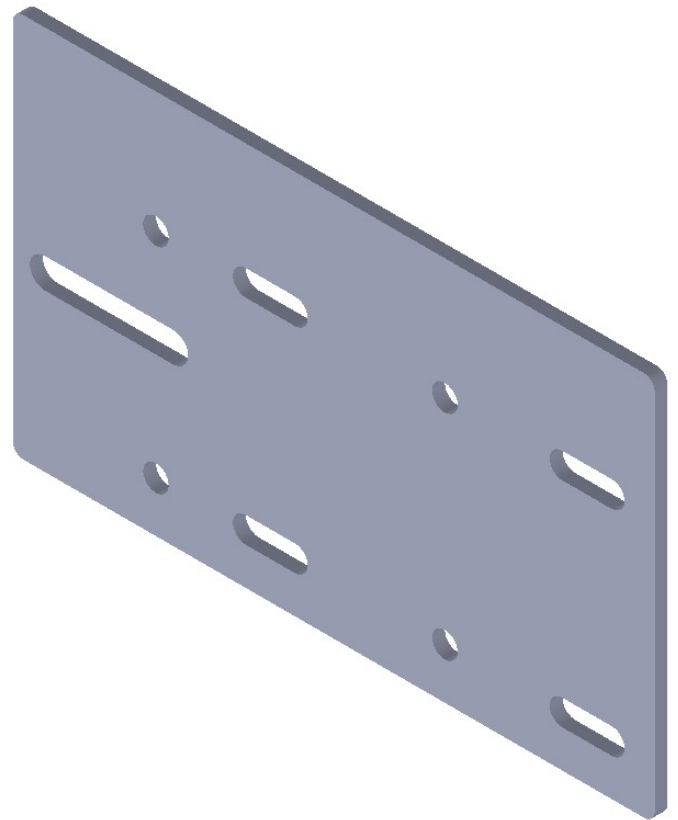
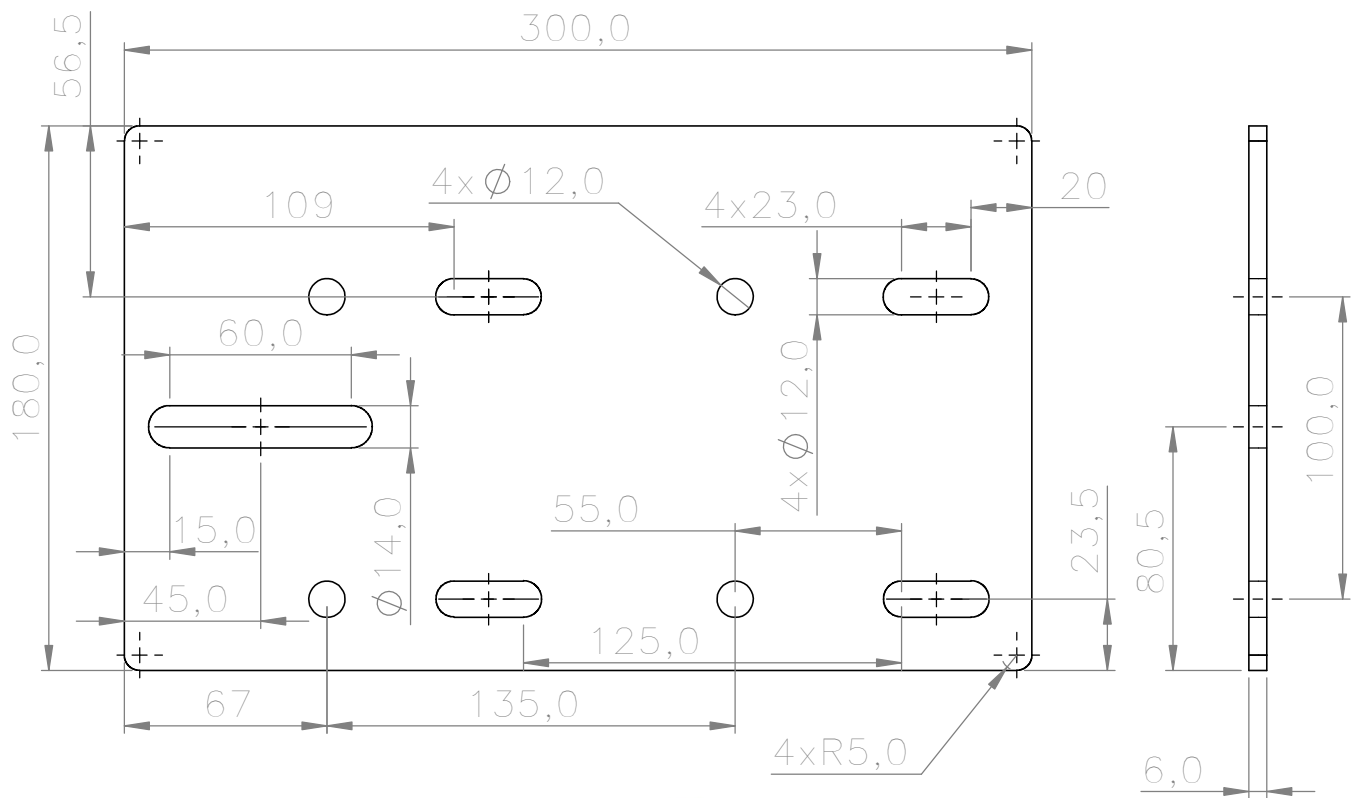
Trat. Térmico: Ninguno		EPN	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA	
Recubrimiento: Pintura anticorrosiva			Dib. Fabian Alejandro Chávez	Dis. Fabian Alejandro Chávez
MATERIAL: ACERO ASTM A36		Tol. Gral. ±0.1	Escala: 2:1	Rev. Ing. Mario Cesén, Msc.
BRIDA PARA PERNO TEMPLADOR			DF-CA-P-302	Fecha: 14/1/23



DETALLE A
ESCALA 2 : 1



Trat. Térmico: Ninguno		EPN	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA	
Recubrimiento: Pintura Anticorrosiva			Dib.	Fabian Alejandro Chávez
MATERIAL: ACERO AISI 1020		Tol. Gral. ±0.1	Escala: 1:2	Dis. Fabian Alejandro Chávez
				Rev. Ing. Mario Cesén, Msc.
EJE DE BISAGRA PARA BASE TENSORA			DF-CA-P-303	Fecha: 14/1/23



Trat. Térmico: Ninguno		EPN	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA	
Recubrimiento: Pintura Anticorrosiva			Dib. Fabian Alejandro Chávez	Dis. Fabian Alejandro Chávez
MATERIAL: ACERO ASTM A-36		Tol. Gral. ± 0.1	Escala: 1:2.5	Rev. Ing. Mario Cesén, Msc.
PLACA TENSORA		DF-CA-P-304	Fecha: 23/1/23	